This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

3 2044 107 234 395

Textb
P88
1878

GRAY HERBARIUM
OF
HARVARD UNIVERSITY

BEQUEST OF
GEORGE GOLDING KENNEDY
A.B. 1864, M.D. 1867
OF MILTON

1918

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LEHRBUCH

DER

BOTANIK

FÜR

MITTLERE UND HÖHERE LEHRANSTALTEN

VON

Dr. K. PRANTL

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER K. B. FORSTLEHRANSTALT
IN ASCHAFFENBURG.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHS DER BOTANIK
VON JUL. SACHS.

MIT 305 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

SECHSTE, VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1886.

Digitized by Google

Digitized by Google

Neuerer Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig.

(Herbst 1885.)

Botanik.

Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg. Herausgeg. von Jul. Sachs. In Bänden à 4 Hefte; mit Holzschn. u. Tafeln. Bd. I. 1874. ℳ 15.40. Bd. II. 1882. ℳ 18.

Bary, A. de. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen u. Farne. Mit 241 Holzschn. 1877. ℳ 14.

—— Vergleichende Morphologie u. Biologie der Pilze, Mycetozoen u. Bacterien. Mit 198 Holzschn. 1884. ℳ 13.

—— Vorlesungen über Bacterien. Mit 18 Holzschn. 1885. ℳ 3.

Eichler, A. W. Blüthendiagramme construirt u. erläutert. 2 Theile. Mit 176 und 237 Holzschn. 1875, 78. ℳ 9 u. ℳ 14.

Engler, Ad. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. 2 Theile. Mit 2 Karten. 1879, 82. ℳ 7 u. ℳ 11.

Goebel, K. Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie, nach d. 4. Auflage des Lehrbuchs d. Botanik von J. Sachs neu bearbeitet. Mit 407 Holzschn. 1882. ℳ 12.

Grisebach, A. Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Ein Abriss der vergleichenden Geographie der Pflanzen. 2 Bände nebst Register. Mit einer Karte. 2. Auflage. 1884, 85. ℳ 20.

—— Gesammelte Abhandlungen u. kleinere Schriften zur Pflanzengeographie. Mit Portr., biograph. Nachrichten u. Bibliographie. 1880. ℳ 20.

Haberlandt, G. Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. Mit 9 Taf. 4. 1879. ℳ 10.

—— Physiologische Pflanzenanatomie. Im Grundriss dargestellt. Mit 140 Holzschn. 1884. ℳ 9.

Höck, F. Die nutzbaren Pflanzen und Tiere Amerikas und der alten Welt verglichen in Bezug auf ihren Kultureinfluss. 1884. ℳ 1.20.

Jahrbücher, Botanische, für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Herausgegeben von A. Engler. In Bänden à 5 Hefte, mit Tafeln u. Holzschn. Bd. I—VI. 1881—85. ℳ 148.30.

Digitized by Google

Müller, Herm. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Mit 152 Holzschn. 1873. ℳ 9.

—— Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Mit 173 Holzschn. 1881. ℳ 16.

Nägeli, C. Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. 4 Hefte. Mit 61 Taf. Lex. 8. 1858—68. ℳ 41.

—— und **S. Schwendener**, Das Mikroskop. Theorie und Anwendung desselben. 2. Auflage. Mit 302 Holzschn. 1877. ℳ 12.

Pfeffer, W. Osmotische Untersuchungen. Mit 5 Holzschn. 1877. ℳ 7.

—— Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. 2 Bände. Mit 82 Holzschn. 1881. ℳ 18.

Prantl, K. Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen. 4. 1. Heft. Hymenophyllaceen. Mit 6 Tafeln. 1875. ℳ 10. — 2. Heft. Schizaeaceen. Mit 8 Taf. 1881. ℳ 12.

—— Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten. Bearbeitet unter Zugrundelegung des Lehrbuchs d. Botanik von J. Sachs. 5. Auflage. Mit 301 Holzschn. 1883. ℳ 4.

Sachs, Jul. Grundzüge der Pflanzenphysiologie. (Abdruck aus dem Lehrbuch der Botanik.) Mit 27 Holzschn. 1873. ℳ 8.

—— Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Mit 455 Holzschn. 1882. ℳ 22.

Schleiden, M. J. Die Rose. Geschichte u. Symbolik, in ethnograph. u. kulturhist. Beziehung. Mit Illustr. 1873. ℳ 8.

Schwendener, S. Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen, mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen. Mit 12 Holzschn. u. 14 Taf. Lex. 8. 1874. ℳ 12.

Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen, herausgeg. von W. Pfeffer. I. Band (4 Hefte). Mit 3 Tafeln und 34 Holzschn. 1881—85. ℳ 18.

Vries, H. de, Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung, ausgehend von der Einwirkung von Salzlösungen auf den Turgor wachsender Pflanzenzellen. Mit 1 Holzschn. 1877. ℳ 3.

Wiesner, J. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Versuch einer techn. Rohstofflehre d. Pflanzenreiches. Mit 104 Holzschn. 1873. ℳ 15.

Wilhelm, K. Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates dicotyler Pflanzen. Mit 9 Taf. Lex. 8. 1880. ℳ 10.

Specialcatalog über Botanik aus dem Verlag von W. Engelmann. gratis.

Druck von W. Drugulin in Leipzig.

Digitized by Google

LEHRBUCH

DER

BOTANIK

FÜR

MITTLERE UND HÖHERE LEHRANSTALTEN

VON

Dr. K. PRANTL
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER K. B. FORSTLEHRANSTALT
IN ASCHAFFENBURG.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHS DER BOTANIK VON JUL. SACHS.

MIT 305 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

SECHSTE, VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1886.

Digitized by Google

Gray Herbarium
Harvard University
10 Oct. 1918

Das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen ist vorbehalten.

Digitized by Google

Vorwort zur ersten Auflage.

Der Gedanke, ein Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen zu bearbeiten, welches die wichtigsten Ergebnisse ungefähr in dem Sinne, wie es in dem Lehrbuche von Sachs geschehen ist, darböte, ist von dem Herrn Verleger ausgegangen. Indem ich mich dieser Aufgabe um so lieber unterzog, als mir dabei der Rath und die Beihülfe des Herrn Prof. Sachs nicht fehlte, konnte ich mir nicht verhehlen, daß ein etwaiger bloßer Auszug aus dem Werke Sachs' den Anforderungen eines Schulbuches kaum entsprechen würde, daß es vielmehr nöthig werden dürfte, wenigstens in einzelnen Partien wesentliche Änderungen vorzunehmen. Im Folgenden will ich kurz angeben, inwieweit dies geschehen ist.

Vor Allem schien es gerade für diesen Zweck wünschenswerth, die Physiologie mit der Anatomie und Morphologie in nähere Verbindung zu bringen. Konnte in diesem Theile, den wir als die allgemeine Botanik zusammenzufassen pflegen, eine engere Anlehnung an das Lehrbuch von Sachs stattfinden, so schien es dagegen gerathen, in der speziellen Botanik umfassende Änderungen vorzunehmen, da die Kenntnis der einzelnen Pflanzenformen gerade für den Schüler eine Hauptsache ist, während diese dagegen im genannten Lehrbuch bereits vorausgesetzt wird. Dieser Behandlung entsprechend, war mir hier auch mehr Gelegenheit geboten, nach Inhalt und Darstellung selbständiger vorzugehen.

Im System der Phanerogamen bin ich zwar vorzugsweise den im Sachs'schen Lehrbuche gegebenen Andeutungen gefolgt, glaubte jedoch die dort am Schlusse aufgeführten zweifelhaften Familien der Dicotyledonen unter die anderen, wenn auch bisweilen etwas gewaltsam, einreihen zu müssen, da viele derselben durch ihre zahlreiche Vertretung und Anwendung sicher nur ungern in einer zusammenhängenden Aufzählung der wichtigsten Pflanzen vermißt würden.

Indem ich die Gamopetalen an den Schluß der Dicotylen stellte und die Perigynen unter die Tetracyclicae mit einbezog, versuchte ich das System in etwas nähere Übereinstimmung mit den anderen vielfach benützten Systemen (Decandolle, Endlicher) zu bringen und dadurch dem Anfänger, der ja nebenbei noch Floren benutzen muß, die Orientirung zu erleichtern.

Da die Charakteristik der Ordnungen und Familien der Phanerogamen wesentlich auf dem Blüthenbau beruht, so schien es, zumal im Interesse der gebotenen Kürze, zweckmäßig, die Blüthen-Formeln nach der von Sachs eingeschlagenen Methode zu erweiterter Geltung zu bringen. Die morphologischen Angaben, welche als Grundlage für die Aufstellung neuer Formeln dienen mußten, habe ich zumeist den bekannten Werken von Payer, Döll, Decaisne und Maout und Endlicher entnommen.

Die Abbildungen wurden zum größten Theile aus dem Lehrbuche von Sachs herübergenommen, es kamen hierzu noch 48 neue Holzschnitte,

Digitized by Google

welche, zum Theil in schematischen Figuren, das Verständnis erleichtern sollen. Von einer weiter gehenden Vermehrung der Abbildungen in der Systematik der höheren Pflanzen glaubte ich Umgang nehmen zu müssen, da hier die Demonstration des Lehrers an lebendem Material weit bessere Dienste leistet, als die sorgfältigste Abbildung, und zudem kein Ende in der Auswahl abzusehen gewesen wäre.

Würzburg, botanisches Institut, im Januar 1874.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem schon in dem kurzen Zwischenraume von zwei Jahren eine neue Auflage dieses Büchleins nothwendig geworden war, konnte es sich bei deren Bearbeitung nur in geringerem Grade um die Berücksichtigung neuer Forschungsresultate, als vielmehr vorzugsweise um die Verbesserung der in der ersten Auflage hervortretenden Mängel handeln. War ich auch im Unterschiede von der mir bei der ersten Bearbeitung zu Theil gewordenen freundlichen Unterstützung nunmehr vollkommen auf mich selbst angewiesen, so standen mir dafür die Erfahrungen zur Seite, die mir die ausgedehntere eigene Lehrthätigkeit an die Hand gab.

Die wesentlichste Veränderung mußte die in der ersten Bearbeitung zu knapp gehaltene Systematik der Phanerogamen erfahren. Ich versuchte diesmal die wichtigeren Familien ausführlicher zu behandeln und außer einer sorgfältigeren Angabe der Diagnosen auch noch einiges morphologische Detail anzufügen. Als wesentlichste Hülfsmittel dienten mir hierbei Eichler's »Blüthendiagramme«, sowie dessen »Syllabus der Vorlesungen über Phanerogamenkunde«, welch letzterem ich mich auch in der Schreibweise der Blüthenformeln anschloß. Den wichtigeren Familien sind zahlreiche Abbildungen beigegeben, welche deren hervorragendste Eigenthümlichkeiten zu illustriren geeignet sein dürften. Im Allgemeinen habe ich die Anordnung der Dicotyledonen in der bisherigen Weise belassen; doch konnte ich nicht umhin, einigen Familien und Ordnungen einen geeigneteren Platz anzuweisen, so z. B. die Thymelaeinen zu den Monochlamydeen, die Juglandeen zu den Terebinthinen zu stellen.

Eine neue Bearbeitung erfuhren die Gefäßkryptogamen, indem ich die gröberen morphologischen Verhältnisse gegenüber den entwickelungsgeschichtlichen Details mehr in den Vordergrund treten lassen mußte. In der Systematik der Thallophyten konnte ich mich der in der vierten Auflage von Sachs' Lehrbuch vorgeschlagenen Vereinigung von Algen und Pilzen aus verschiedenen Gründen nicht anschließen, versuchte jedoch eine verbesserte systematische Übersicht der beiden Klassen.

Von weit geringerem Belange sind die Änderungen und Zusätze im allgemeinen Theile, welcher fast nur durch zahlreiche Abbildungen im dritten Kapitel, der Morphologie, erweitert wurde.

Würzburg, im Juni 1876. **Der Verfasser.**

Digitized by Google

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Veränderungen, zu welchen ich mich gelegentlich dieser dritten Auflage veranlaßt sah, schienen mir sowohl durch die Erfahrungen geboten, welche ich während der letzten Jahre, in selbständiger Stellung mit dem Unterrichte in der gesammten Botanik betraut, zu sammeln Gelegenheit hatte, als auch durch den Fortschritt der Wissenschaft selbst.

Es schien mir vor Allem wünschenswerth, die Lehre von der äußeren Gliederung, als den dem Anfänger am leichtesten zugänglichen Theil, voranzustellen und hierdurch in der Gesammtanordnung Physiologie und Anatomie unmittelbar aneinanderzureihen. Wenn ich in diesem Theile, sowie auch gelegentlich in der Anatomie und Systematik die einheimischen Holzpflanzen eingehender berücksichtigte, so dürfte dies auch anderen Lesern, die nicht gerade die Pflege des Waldes zu ihrem Beruf erwählt haben, nicht unwillkommen sein, da ja doch Größe und Massenhaftigkeit des Vorkommens auch abgesehen von dem vielfachen Nutzen den Holzpflanzen ein gesteigertes Interesse zuwenden dürften.

Von neueren Forschungen, welche zu wichtigen Änderungen Anlaß gaben, seien besonders de Bary's Vergleichende Anatomie und Eichler's Blüthendiagramme genannt. Letzterem Werke folgte ich vorzugsweise in der Systematik der Eleutheropetalen, welche hierdurch eine völlige Umarbeitung erfahren mußte. Außerdem suchte ich durchgehends bei den wichtigeren Familien sowohl der Kryptogamen (hier besonders bei den Pilzen), als der Phanerogamen die Detailangaben zweckentsprechend zu erweitern.

Die Anzahl der Holzschnitte hat auch diesmal eine freilich nur geringe Vermehrung erfahren.

Daß der Titel in »Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten« abgeändert wurde, glaube ich damit rechtfertigen zu können, daß das Buch erfahrungsgemäß vielfach an Hochschulen Eingang gefunden hat.

Aschaffenburg, im November 1878. **Der Verfasser.**

Vorwort zur vierten Auflage.

Die in dieser Auflage eingetretenen Veränderungen bestehen hauptsächlich in einer Umarbeitung der Morphologie, in welcher den allgemeinen Gesetzen ein besonderes Kapitel gewidmet wurde, in einer ausführlicheren Darstellung der Anatomie und einer Umarbeitung des Systems der Thallophyten, welche durch de Bary's diesbezüglichen Aufsatz in der Botanischen Zeitung glücklicherweise noch in letzter Stunde ermöglicht wurde. Auch das Kapitel über Fortpflanzung und

Digitized by Google

Befruchtung erfuhr eine weitere Ausarbeitung. In der Systematik der Phanerogamen habe ich das von Eichler in der zweiten Auflage des Syllabus aufgestellte System fast vollständig adoptirt und habe mir außer der Einreihung der »Hysterophyta« nach den Julifloren nur geringe Abweichungen in der Reihenfolge einiger Familien gestattet, und zwar hauptsächlich aus didaktischen Gründen. An zahlreichen Stellen wird man neueren Forschungen entsprechende Änderungen von geringerem Umfange finden, so z. B. in dem Paragraphen über Entstehung der Zellen. bei den Lebermoosen u. a.

Die Anzahl der Holzschnitte wurde um 20 vermehrt, sowie einzelne Figuren durch bessere ersetzt.

Nachdem bereits früher wiederholte Anfragen betreffs Übersetzung dieses Buches in fremde Sprachen eingelaufen waren, ist nunmehr eines dieser Projekte, die Übersetzung ins Englische durch Hrn. Vines zur Ausführung gelangt; ich bedaure indeß, von der Vollendung derselben außer den Literaturberichten nur durch ein mir von Hrn. Vines gezeigtes Exemplar Kenntnis erhalten zu haben.

Aschaffenburg, im Mai 1881. **Der Verfasser.**

Vorwort zur sechsten Auflage.

Außer der nothwendigen Berücksichtigung neuerer Forschungsresultate und Anschauungen erscheint in dieser neuen Auflage fast nur die Eintheilung des Stoffes etwas verändert, indem es mir richtiger erschien, die Erscheinungen der Fortpflanzung nicht wie bisher dem Abschnitt über Physiologie einzufügen, sondern als besonderen Theil zu behandeln, welchem die beiden anderen allgemeinen Theile, Morphologie und Physiologie des Vegetationskörpers, coordinirt sind. Unter der Morphologie wird auch die Anatomie mitbegriffen, da deren morphologische Behandlung für den Anfänger unentbehrlich ist. In dem Abschnitt von der äußeren Gestalt haben einige Paragraphen wesentliche Umarbeitung erfahren. Die Holzschnitte wurden um vier vermehrt, einige auch durch bessere ersetzt.

Seit dem Erscheinen der fünften Auflage ist das Buch durch Hrn. Cuboni in die italienische Sprache übersetzt worden; eine spanische Übersetzung durch Hrn. de Linares ist in Ausführung begriffen; von einer ungarischen Übersetzung durch die Herren Páter Béla und Lasz Samu (Budapest, Eggenberger 1884) ist mir wie dem Hrn. Verleger nur die Thatsache des Erscheinens nachträglich bekannt geworden.

Aschaffenburg, im Februar 1886.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Erster Theil.

Der Bau des Pflanzenkörpers (Morphologie).

Erster Abschnitt.

Die äufsere Gestalt.

Seite

Erstes Kapitel. Allgemeine Gesetze 1
Zweites Kapitel. Glieder des Pflanzenkörpers 15

Zweiter Abschnitt.

Die innere Struktur (Anatomie).

Erstes Kapitel. Die Zelle 35
Zweites Kapitel. Die Gewebe 50

Zweiter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel. Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen 84
Zweites Kapitel. Die Ernährung 89
Drittes Kapitel. Das Wachsthum 104
Viertes Kapitel. Die Reizbewegungen 109

Dritter Theil.

Die Fortpflanzung 117

Vierter Theil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung 124
Erste Gruppe. Die Thallophyten 128
Klasse I. Schizophyta 130
- II. Conjugatae 133
- III. Diatomeae 134

Digitized by Google

Seite

Klasse IV. Chlorophyceae 134
- V. Phaeophyceae 139
- VI. Characeae 140
- VII. Rhodophyceae (Floridae) 141
- VIII. Myxomycetes, Schleimpilze 142
- IX. Fungi, echte Pilze 144

Zweite Gruppe. Die Bryophyten 165
Klasse X. Hepaticae, Lebermoose 170
- XI. Musci, Laubmoose 173

Dritte Gruppe. Die Pteridophyten (Gefäßkryptogamen) 177
Klasse XII. Filicinae 184
- XIII. Equisetinae 187
- XIV. Lycopodinae 189

Vierte Gruppe. Die Gymnospermen 192
Klasse XV. Cycadeae 196
- XVI. Coniferae 197
- XVII. Gnetaceae 202

Fünfte Gruppe. Die Angiospermen 202
Klasse XVIII. Monocotyledones 234
- XIX. Dicotyledones 252
I. Unterklasse. Juliflorae 256
II. - Monochlamydeae (Hysterophyta) . . . 264
III. - Eleutheropetalae 266
IV. - Sympetalae 303

Register 323

Digitized by Google

Erster Theil.

Der Bau des Pflanzenkörpers (Morphologie).

§ 1. **Aufgabe der Morphologie.** Der Pflanzenkörper baut sich aus verschiedenen Theilen auf, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Stengel, Blätter, Wurzeln, Knospen, Blüthen, Früchte u. s. w. unterschieden werden. Die wissenschaftliche Betrachtung dieser Theile wie auch der im inneren Bau unterscheidbaren Bestandtheile kann einen doppelten Weg gehen: wir untersuchen entweder ihre Verrichtung, ihre Funktion im Leben des ganzen Pflanzenkörpers, und von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen sie als Werkzeuge für diese Verrichtungen, als Organe, und sind als solche Gegenstand der Physiologie. Die Morphologie hingegen sucht die allgemeinen Gesetze, welche den Aufbau des Pflanzenkörpers beherrschen, festzustellen, die einzelnen Theile, welche den Körper zusammensetzen, nach Bau, Anordnung und Entstehungsweise zu schildern. Ihre Resultate ergeben sich durch den Vergleich der zahlreichen existirenden Formen, deren Organisation vom Einfachen zum Complicirten nach verschiedenen Richtungen fortschreitet. Bei dieser Betrachtungsweise erscheinen die einzelnen Theile als Formbestandtheile, Glieder. — Da indeß die Gestalt und der Bau der Pflanzentheile mit deren Funktion in Einklang steht, so wird die folgende morphologische Darstellung nicht frei von Hinweisen auf die physiologische Betrachtungsweise sein können.

Erster Abschnitt.

Die äufsere Gestalt.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Gesetze.

§ 2. **Symmetrieverhältnisse der Glieder des Pflanzenkörpers.** Wenn wir von einigen der niedrigst organisirten Pflanzenformen absehen, so läßt jedes Glied zwei einander gegenüberliegende verschiedene Enden

Digitized by Google

erkennen, einerseits die Basis, andrerseits die Spitze oder den Scheitel. Die Basis ist für seitlich entstandene Glieder (z. B. Blätter, Seitenzweige) der Ort des Zusammenhangs mit dem Gliede, an welchem sie entstanden sind, allgemein ausgedrückt der Ort, wo das Glied entstand und zu wachsen begann. Ein in der Richtung von der Basis zum Scheitel geführter oder gedachter Schnitt heißt ein Längsschnitt; senkrecht auf dem Längsschnitt steht der Querschnitt. Jeder Querschnitt besitzt einen organischen Mittelpunkt, welcher aber mit dem geometrischen Mittelpunkt nicht zusammenzufallen braucht (z. B. Querschnitt eines Baumstammes, dessen Jahrringe um ein nicht immer im geometrischen Mittelpunkt liegendes Zentrum angeordnet sind). Längsachse ist diejenige Linie, welche die organischen Mittelpunkte sämmtlicher Querschnitte verbindet.

Je nachdem ein Pflanzentheil rings um die Längsachse gleich gebaut ist, oder einen Gegensatz verschiedener Seiten erkennen läßt, unterscheiden wir multilaterale, bilaterale und dorsiventrale Pflanzentheile. Es beziehen sich diese Ausdrücke sowohl auf die Gestalt einzelner Glieder, als auf die Stellung und Gestalt der Seitenglieder, sowie auch auf den inneren Bau.

Multilateral oder radiär heißen solche Pflanzentheile, welche rings um die Längsachse gleich gebaut sind, somit einen Unterschied verschiedener Seiten nicht erkennen lassen; so sind z. B. ein zentral gestielter Hut eines Pilzes, ein Apfel, ein annähernd zylindrischer Baumstamm ihrer Gestalt nach multilateral. Der Stellung von Seitengliedern nach sind viele aufrechte Stengel mit allseitig entspringenden Blättern, die Stämme der Tannen, Fichten mit allseitig angeordneten Zweigen multilateral; ebenso, wenn wir die Gestalt der Seitenglieder (hier der Blumenblätter) mit berücksichtigen, die Blüthen der Rose, Tulpe. Solche Pflanzentheile kann man durch mehrere axile Längsschnitte symmetrisch, d. h. so theilen, daß die Hälften symmetrisch gleich sind, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand; und zwar sind die durch verschiedene Schnitte erhaltenen Hälften nicht wesentlich von einander verschieden (in Fig. 1 *A* die in den Richtungen *11*, *22*, *33*, *44*, *55* geführten Schnitte). An einem Hutpilz, einem Tannenbaum sind sehr viele solche in gleicher Weise symmetrisch theilende Schnitte möglich, an einer Tulpe jedoch, wenn wir die Schnitte auch durch die Längsachsen der Seitenglieder (hier die Mitte der Blumenblätter) legen, nur drei, an einem Apfel, wenn sie durch die Fächer des Kerngehäuses gelegt werden, fünf (Fig. 1 *A*).

Bilateral sind solche Pflanzentheile, welche an zwei einander gegenüberliegenden Seiten, rechts und links, gleich, aber verschieden von den übrigen Seiten gebaut sind, so z. B. eine Wallnuß, welche durch die Fuge in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, ein Zweig der Ulme, welcher die Blätter in zwei Zeilen, rechts und links trägt, die Blüthe von Diclytra. An den genannten Beispielen, welche bilateral im engeren Sinne genannt werden können, lassen sich die Bezeichnungen rechts und links beliebig vertauschen, weil in der dazu rechtwinkeligen Richtung eine

Digitized by Google

Verschiedenheit der Seiten nicht existirt; es sind hier zwei in verschiedener Weise symmetrisch theilende, auf einander senkrecht stehende axile Längsschnitte möglich (Fig. 1 *B*, *11* und *22*).

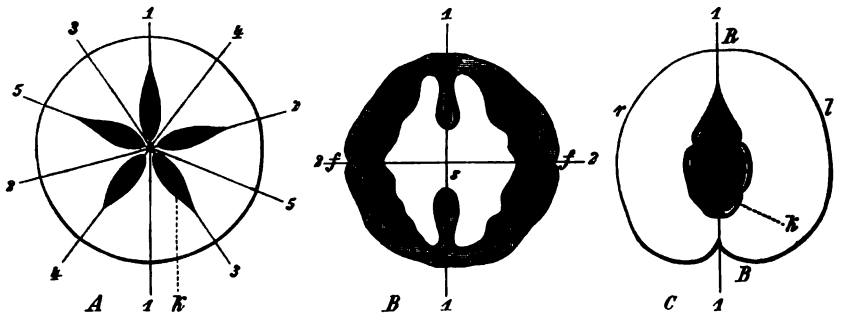


Fig. 1. Schematische Querschnitte durch *A* einen Apfel, *B* eine Wallnuß, *C* einen Pfirsich; *A* ist radiär; *11* bis *55* die 5 in gleicher Weise symmetrisch theilenden Schnitte, welche durch die Fächer des Kerngehäuses (*k*) gehen; *B* ist bilateral; *ff* die Fuge; *s* der Samenkern; *11* und *22* die beiden ungleich symmetrisch theilenden Schnitte; *C* ist dorsiventral; *11* der einzige symmetrisch theilende Schnitt; *r* rechte, *l* linke Seite; *R* Rücken; *B* Bauch; *k* der Steinkern.

Die meisten bilateralen Pflanzentheile jedoch sind zugleich dorsiventral, d. h. zwei einander gegenüberliegende Seiten, die Rücken- und die Bauchseite sind von einander verschieden, während rechte und linke Seite einander spiegelbildlich ähnlich sind; es existirt somit hier dieselbe Symmetrie wie am menschlichen Körper, und es giebt überhaupt nur einen einzigen symmetrisch theilenden Schnitt; derselbe verläuft von der Rücken- zur Bauchseite. Der Gestalt nach sind z. B. die meisten flachen Blätter dorsiventral, die Pfirsichfrucht (Fig. 1 *C*); bezüglich der Stellung seitlicher Glieder sind es z. B. die blühenden Zweige des Vergißmeinnicht und verwandter Pflanzen, welche nur auf der Rückenseite Blüthen, rechts und links häufig Blätter tragen, ferner die meisten Lebermoose. Durch die Gestalt der seitlichen Glieder werden dorsiventral z. B. die Zweige der Thujen, die Blüthen des Veilchens, Rittersporns, Löwenmauls u. s. w.

Wie aus Obigem hervorgeht, ist die Dorsiventralität ein spezieller Fall der Bilateralität; es darf jedoch nicht übersehen werden, daß es auch dorsiventrale Pflanzentheile giebt, welche streng genommen nicht bilateral sind, welche zwar Rücken- und Bauchseite, aber keine rechte und linke Seite erkennen lassen, wie z. B. manche Hutpilze (Lenzites abietinus), oder solche, deren rechte und linke Seite auffallend verschieden sind, wie die Blätter vieler Begonien.

Es wurde bereits oben hervorgehoben, daß die Ausdrücke multilateral, bilateral und dorsiventral auf verschiedene Verhältnisse der Pflanzentheile angewendet werden, und es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß ein und derselbe Pflanzentheil, je nach dem Verhältnis, das wir gerade ins Auge fassen wollen, auf alle drei Prädikate Anspruch machen kann. So ist z. B. ein Zweig der Weißtanne seiner Gesammterscheinung nach dorsiventral, da er Rücken- und Bauchseite deutlich unterscheiden läßt; untersuchen wir aber die Stellung, die Einfügung der Blätter (Nadeln), so ist die-

Digitized by Google

selbe rings um den Zweig gleichmäßig: bezüglich der Blattstellung ist derselbe also radiär; die Anordnung der weiteren Seitenzweige dagegen, welche rechts und links entspringen, ist bilateral, ohne dorsiventral zu sein.

Die hier angewandten Ausdrücke: multilateral, bilateral und dorsiventral sind nicht völlig gleichbedeutend mit den vielfach in Gebrauch befindlichen: polysymmetrisch, zweifachsymmetrisch und einfach- (mono-) symmetrisch; letztere sind für diejenigen Spezialfälle zu reserviren, in denen vollständige Symmetrie zu beiden Seiten der symmetrisch theilenden Ebene herrscht; es ist dies, abgesehen von der nie mathematisch genauen Ausbildung der Gestalt, schon deswegen relativ selten der Fall, weil die Seitenglieder meist in ungleicher Höhe entspringen; doch können die meisten der oben als Beispiele angeführten Blüthen und die in Fig. 1 abgebildeten Früchte als wirklich symmetrisch gelten (vgl. auch im IV. Theil: Symmetrie der Blüthe).

§ 3. **Entstehungsweise der Glieder.** Abgesehen von der Bildung neuer Pflanzenindividuen entstehen alle Glieder des Pflanzenkörpers an anderen Gliedern und zwar zum Theil an gleichartigen, zum Theil an ungleichartigen. So erzeugt z. B. eine Wurzel wiederum seitliche Wurzeln, welche unter sich und mit der erzeugenden gleichartig sind; andererseits erzeugt z. B. ein Stengel außer den ihm gleichartigen Zweigen auch ungleichartige Glieder, nämlich Blätter oder Wurzeln. Die Erzeugung gleichartiger Glieder wird allgemein als Verzweigung bezeichnet.

Die Entstehungsweise der Glieder ist entweder normal oder adventiv. Normal nennen wir dieselbe, wenn das neue Glied an dem Vegetationspunkt des erzeugenden Gliedes direkt entsteht, d. h. in jener Region, welche, im jüngsten Zustande befindlich, den Ausgangspunkt für die Gestaltung bildet. In der weitaus größten Mehrzahl der Fälle liegt der Vegetationspunkt an der Spitze jedes Gliedes (wie z. B. an der Spitze des in Fig. 2 dargestellten Stengels, an welchem die jüngsten Blätter *b* entspringen), nur selten an der Basis oder einer anderen Stelle zwischen Basis und Spitze (interkalar). Adventiv dagegen entstehen solche Glieder, welche an älteren Stellen des erzeugenden Gliedes auftreten, deren Vegetationspunkt somit nicht aus einem anderen Vegetationspunkt direkt hervorgeht, sondern sich von neuem bildet; so entstehen z. B. viele Wurzeln an älteren Pflanzentheilen, die Sprosse auf den Wurzeln adventiv.

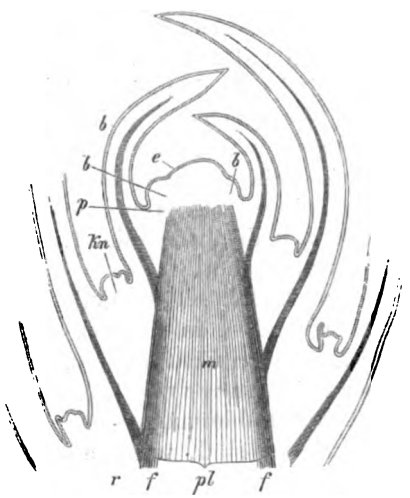


Fig. 2. Schematischer Längsschnitt durch eine Stengelspitze, *bb* die Blätter, welche nach oben zu immer jünger, am Vegetationspunkte sich bilden, *kn* deren Achselknospen.

Die normale Entstehung kann nun wieder entweder

1) durch Dichotomie erfolgen; d. h. der ursprüngliche Vegetationspunkt theilt sich in zwei neue Vegetationspunkte, welche wenigstens

Digitized by Google

anfangs unter sich gleich stark sind; es hört somit das ursprüngliche Glied sowie die ursprüngliche Längsachse zu existiren auf; es ist die dichotomische Entstehungsweise nicht so häufig als die folgende, und nur bei eigentlicher Verzweigung bekannt, d. h. die beiden Gabeläste sind unter sich und mit dem ursprünglichen Glied, dem Fußstück der Dichotomie, gleichartig;

oder 2) seitlich; es bleibt hier der ursprüngliche Vegetationspunkt und die ursprüngliche Längsachse erhalten; die neuen Glieder treten seitlich hervor (Fig. 2 *b* oben); gewöhnlich erfolgt alsdann die Anlage der neuen Glieder in progressiver Reihenfolge, und zwar, da wir wiederum die Vegetationspunkte am häufigsten an der Spitze der Glieder finden, in akropetaler Reihenfolge, d. h. so, daß jedesmal das jüngste seitliche Glied der Spitze des erzeugenden Gliedes am nächsten liegt; so entsteht das jüngste Blatt (Fig. 2) der Spitze des Stengels näher, als alle anderen; daher erhält man bei progressiver Entstehung die zeitliche Reihenfolge unmittelbar aus der räumlichen Anordnung, d. h. zählt man z. B. die Blätter gegen den Vegetationspunkt des sie erzeugenden Stengels zu fortschreitend, so giebt die räumliche Reihenfolge zugleich die Entstehungsfolge der Blätter an.

Eine weitere Verschiedenheit der Entstehungsweise liegt darin, daß die einen Glieder exogen entstehen, d. h. aus den äußeren Gewebeschichten des erzeugenden Gliedes, so die Blätter an einem Stamm (Fig. 2), andere dagegen endogen, d. h. im Inneren des erzeugenden Gliedes mit Durchbrechung der äußeren Schichten desselben; so kommen die Wurzeln aus anderen Wurzeln (s. Fig. 27), oder aus Stämmen hervor.

§ 4. **Anordnung seitlicher Glieder an gemeinsamer Achse.** Wenn an einem Gliede, der gemeinsamen Achse, mehrere seitliche Glieder entstehen, so können wir deren gegenseitige Stellung in doppelter Hinsicht untersuchen: in der Längsrichtung und am Umfange der gemeinsamen Achse.

Bezüglich der Längsrichtung beobachten wir, daß auf einer Querzone des erzeugenden Gliedes entweder immer nur ein seitliches Glied entspringt — vereinzelte oder zerstreute Stellung —, oder daß deren mehrere auf einer Querzone stehen und einen Quirl (oder Wirtel) bilden, z. B. die Blätter in Fig. 3. Handelt es sich im letzteren Falle um normal entstandene Glieder, so läßt sich nach der Regel der progressiven Entstehung vermuthen, daß diese in gleicher Entfernung vom Vegetationspunkt der gemeinsamen Achse entstandenen Glieder auch zu gleicher Zeit angelegt werden, und es trifft dies auch für viele Quirle wirklich zu; dieselben werden simultan genannt; es giebt indeß auch succedane Quirle, deren einzelne Glieder selbst eine gewisse Reihenfolge in ihrer Entstehung einhalten (z. B. die Blätter der Characeen). Hiermit nicht zu verwechseln sind die Scheinquirle, welche dadurch zu stande kommen, daß Glieder, welche deutlich vereinzelt entstanden sind, durch nachträgliche Veränderungen einander so genähert werden, daß sie auf einer einzigen Querzone zu stehen scheinen, wie z. B. die obersten Blätter am Stengel der Feuerlilie, die sog. Quirläste der Nadelhölzer.

Digitized by Google

Die Vertheilung der seitlichen Glieder am Umfange der gemeinsamen Achse ist nach dem oben (§ 2) Gesagten entweder multilateral, oder bilateral oder dorsiventral, und es erfordert jeder dieser drei Fälle eine gesonderte Betrachtung. Wir beschränken uns hierbei auf die normal entstandenen Glieder, da deren Stellungsverhältnisse mit der progressiven Entstehungsweise in ursächlichem Zusammenhange stehen.

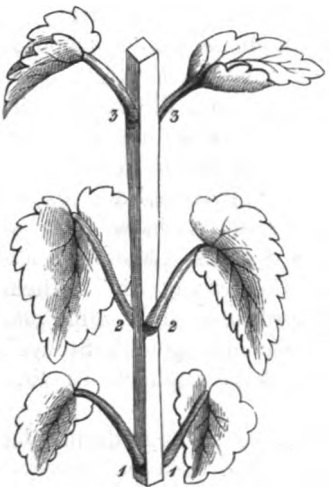


Fig. 3. Stengel von Lamium mit zweigliederigen Blattquirlen; *11*, *22*, *33* die aufeinanderfolgenden Quirle.

1) Multilaterale Anordnung.

Gehen wir von der quirligen Stellung aus, so ergiebt sich zunächst, daß die Glieder eines einzelnen Quirles sich gleichmäßig über den Umfang der betreffenden Querzone vertheilen; d. h. besteht der Quirl z. B. aus zwei Gliedern, so stehen dieselben einander gerade gegenüber (z. B. die Blätter in Fig. 3); ihre gegenseitige Entfernung beträgt die Hälfte des Stengelumfangs. Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, daß diese Entfernung an den Insertionspunkten gemessen wird, d. h. an dem organischen Mittelpunkt der Insertionsfläche. Sind es z. B. 3 oder 4 Glieder, welche zusammen einen Quirl bilden, so beträgt die Entfernung je zweier unmittelbar benachbarter Glieder $^1/_3$ oder $^1/_4$ des Umfanges der gemeinsamen Achse. Diese seitliche Entfernung zweier unmittelbar nebeneinander stehenden Glieder am Umfang der gemeinsamen Achse, gemessen an den Insertionspunkten, wird Divergenz genannt und in Bruchtheilen des Umfangs ausgedrückt.

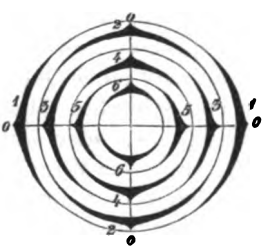


Fig. 4. Diagramm einer Achse mit alternirenden zweigliederigen Quirlen, *0000* die vier Orthostichen, *11*, *22*, *33* u. s. f. die aufeinanderfolgenden Quirle.

Bei quirliger Stellung ist es ferner (freilich nicht ausnahmslos) Regel, daß die aufeinanderfolgenden Quirle, wenn sie je die gleiche Anzahl von Gliedern enthalten, miteinander alterniren, d. h. daß die Glieder eines Quirls in der Mitte liegen zwischen je zwei Gliedern des folgenden oder des vorhergehenden Quirls. Es fallen somit die Glieder je des zweiten Quirls gerade übereinander (Fig. 3).

Diese Anordnung, sowie überhaupt alle Stellungsverhältnisse, lassen sich sehr übersichtlich in sogen. Diagrammen (z. B. Fig. 4, 5) darstellen, d. h. in schematischen Grundrissen der konisch gedachten Achse, in welchen jede höher gelegene Insertion eines Gliedes auf einen weiter innen befindlichen konzentrischen Kreis eingetragen wird.

Wie aus dem Diagramm Fig. 4 ersichtlich, stehen die Glieder bei alternirend quirliger Stellung in doppelt so viel geraden Längsreihen am

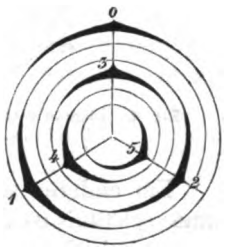
Digitized by Google

Stengel, als der einzelne Quirl Glieder enthält, natürlich vorausgesetzt, daß alle Quirle gleichzählig sind. Diese geraden Längsreihen, welche in dem Diagramme als radiale Linien erscheinen, werden Orthostichen genannt.

Der hier dargestellte Fall zweizähliger alternirender Quirle kommt sehr häufig vor und wird als gekreuzte oder decussirte Stellung bezeichnet. Die beiden Glieder eines zweigliederigen Quirls nennt man auch opponirt.

Beispiele für alternirende Quirle in multilateraler Anordnung liefern die Blätter der Characeen, von Equisetum, Hippuris; dreizählige Quirle bilden die Blätter des gemeinen Wachholders, decussirt stehen die Blätter der meisten Nelkengewächse, von Syringa, Lonicera, Eschen, Ahorn, bei letztgenannten ebenso auch die Zweige.

Verhältnismäßig selten kommt es vor, daß gleichzählige Quirle einander superponirt sind, d. h. daß ihre Glieder gerade übereinanderfallen, daß somit nur soviel Orthostichen existiren, als ein Quirl Glieder enthält, so in manchen Blüthen. — Sind aufeinanderfolgende Quirle ungleichzählig, so treten komplizirte Alternationsverhältnisse ein, die hier nicht näher erörtert werden können, so am Stengel von Polygonatum verticillatum, in den Blüthen der Pomaceen u. a.



B

Fig. 5. Diagramm der multilateralen zerstreuten Stellung mit der Divergenz 1/3.

Bei zerstreuter Anordnung der Seitenglieder überzeugt man sich leicht, daß gewöhnlich innerhalb einer gewissen Region der gemeinsamen Achse die Divergenz konstant ist, d. h. daß jedes Glied von seinem unmittelbar vorhergehenden oder folgenden um die gleiche Divergenz entfernt ist. Gehen wir von einem einfachen Falle, der Divergenz $^1/_3$ aus (Fig. 5), und bezeichnen irgend ein Seitenglied als 0, so steht das der Entstehung nach nächste Glied, welches bei akropetaler Anordnung zunächst oben an der gemeinsamen Achse folgt, und als 1 bezeichnet sei, um $^1/_3$ des Umfangs von 0 entfernt, ebenso 2 um $^1/_3$ von 1, dann 3 von 2 u. s. w. Es fällt daher 3 wieder gerade über 0, 4 über 1, 5 über 2 u. s. w.; es sind somit 3 Orthostichen vorhanden. Schreiten wir nun in der angegebenen Weise von Glied 0 zu 1, 2, 3 u. s. w. immer in derselben Richtung fort, so umlaufen wir dabei die gemeinsame Achse in einer Spirale, welche nach je einem Umgang wieder dieselbe Orthostiche trifft und innerhalb eines ganzen Umgangs 3 Seitenglieder berührt. Diese Spirale trifft sämmtliche Seitenglieder und heißt, da sie dieselben ihrer Entstehungsfolge nach mit einander verbindet, die genetische oder Grundspirale. Die Zahl der Seitenglieder, welche sie in sich aufnimmt, bis sie wieder zu derselben Orthostiche kommt, in unserem Falle also 3, wird ein Cyklus genannt.

Es leuchtet ein, daß man in dem eben geschilderten Falle mit demselben Rechte sagen kann, die Divergenz betrage $^2/_3$, und daß man auch auf diesem Wege, immer um $^2/_3$ von Glied zu Glied fortschreitend, die gemeinsame Achse in einer alle Glieder in genetischer Reihenfolge verbindenden Spirale umläuft; dieselbe trifft aber erst nach zwei Umläufen

Digitized by Google

wieder auf die Orthostiche, von der man ausgegangen war. Man ersieht hieraus die Beziehungen zwischen der Konstruktion der Spirale und dem Bruch, welcher die Differenz ausdrückt: der Nenner dieses Bruches giebt die Anzahl der Orthostichen an, der Zähler die Anzahl der Umgänge der Spirale innerhalb eines Cyklus.

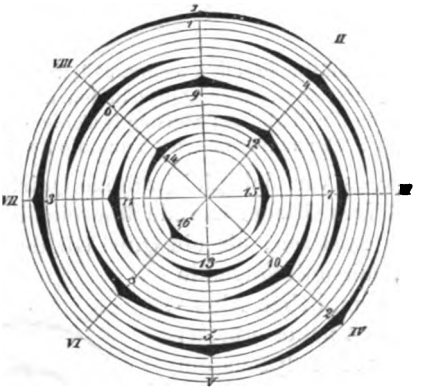


Fig. 6. Diagramm einer Achse mit konstanter $^3/_8$ Divergenz. *I, II, III* u. s. f. die Orthostichen (nach *Sachs*).

Ein anderes sehr häufig vorkommendes Stellungsverhältnis ist das mit der Divergenz $^2/_5$, dessen geometrische Beziehungen nach oben Gesagtem sich von selbst ergeben. Ebenso überzeugt man sich in den Figuren 5 und 6, welche die Stellung nach konstanter Divergenz $^3/_8$ darstellen, leicht, daß 8 Orthostichen vorhanden sind, Glied 9 über 1, 10 über 2 u. s. w. fällt, ferner daß die Spirale erst auf jeder dritten Orthostiche wieder ein Glied trifft und innerhalb des Cyklus dreimal die Achse umläuft.

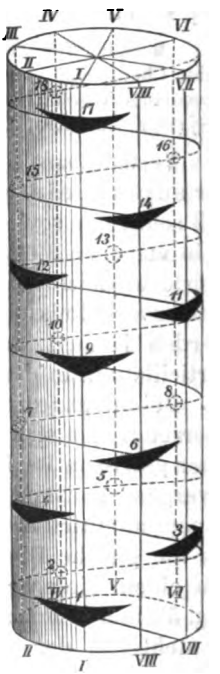


Fig. 7. Schema einer Achse, deren Seitenglieder in konstanter Divergenz $^3/_8$ angeordnet sind; die der vorderen Seite sind durch die Insertionsflächen, die der Rückseite durch Kreise angedeutet; sie sind durch die genetische Spirale verbunden. *I I, II II* u. s. w. sind die acht Orthostichen.

Will man an einer Achse das Stellungsverhältnis, z. B. an einem Stengel die Blattstellung bestimmen, so braucht man somit nur das Blatt zu suchen, das gerade über demjenigen, das man zum Ausgangspunkt wählt, steht, und dessen Nummer zu bestimmen, indem man das Ausgangsblatt als 0 bezeichnet und die dazwischen liegenden Blätter der Spirale auf dem kurzen Wege folgend numerirt. Die Nummer des in derselben Orthostiche liegenden Blattes giebt sofort den Nenner des Divergenzbruches; der Zähler wird durch die Anzahl der Umgänge der Spirale zwischen diesen beiden Blättern angegeben.

Ist jedoch die Anzahl der Orthostichen noch größer als 8, so wird es, besonders wenn die Seitenglieder dichtgedrängt stehen (z. B. die Blätter in den Rosetten der Hauswurz, die Blüthen in den Köpfen der Sonnenblume, die Schuppen der Tannenzapfen) sehr schwer, die Orthostichen überhaupt

Digitized by Google

zu erkennen. Es treten alsdann für das Auge andere, schräge Zeilen, die Parastichen hervor, welche spiralig um die Achse laufen, aber nur je einen Theil der Glieder enthalten, z. B. in Fig. 7 eine Linie, welche die Glieder 3, 6, 9, 12 u. s. w. enthält. Es ist einleuchtend, daß so viele einander parallele Parastichen vorhanden sein müssen, als die Differenz der Nummern der Glieder innerhalb einer Parastiche angiebt, bei genanntem Beispiele noch eine mit den Gliedern: 2, 5, 8, 11 u. s. w.; und eine mit 1, 4, 7, 10 u. s. w. Daraus ergiebt sich eine einfache Methode, um in komplizirten Fällen die Aufeinanderfolge der Glieder zu bestimmen, diese zu beziffern: Man zählt die nach einer Richtung verlaufenden einander parallelen Parastichen ab und beziffert in einer derselben die Glieder nach obiger Regel; wiederholt man dasselbe mit einem anderen das erste schneidenden Parastichensystem, so ist für jedes Glied die Ziffer bekannt.

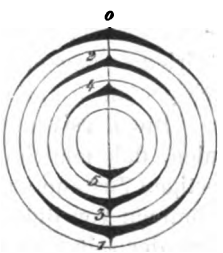
Die am häufigsten vorkommenden Divergenzen sind folgende:

$$^1/_3,\ ^2/_5,\ ^3/_8,\ ^5/_{13},\ ^8/_{21},\ ^{13}/_{34}\ \ldots\ldots\ldots$$

Diese Reihe ist dem Gedächtnisse leicht einzuprägen; denn wie man sieht, ist der Zähler jedes Bruches die Summe aus den beiden vorhergehenden, und ebenso der Nenner. Es giebt aber auch Divergenzen, welche nicht in dieser Reihe enthalten sind, z. B. $^1/_4$, $^2/_7$, $^2/_9$ u. a.

Als Beispiele für die Divergenz $^1/_3$ seien die Blätter vieler Moose, der Halbgräser, die Blätter und Zweige der Erlen genannt; $^2/_5$ findet sich sehr häufig als Divergenz der Blätter, z. B. an vielen krautigen Stengeln, den Zweigen der Weiden, Eichen u. s. w.; mit $^3/_8$ und $^5/_{13}$ sind häufig die Nadeln der Fichten und Tannen gestellt; $^8/_{12}$, $^{13}/_{34}$ kommen vor an den Zapfen der Nadelhölzer, in den Köpfen vieler Compositen u. a.; die Divergenz $^1/_4$ zeigen die Blätter mancher Algen, wie Polysiphonia.

Wie bereits oben angedeutet wurde, stehen diese Stellungsgesetze im engsten Zusammenhange mit der progressiven Entstehung der Seitenglieder; es läßt sich zeigen, daß das Stellungsverhältnis, wenn einmal begonnen, sich in derselben Weise fortsetzt, weil jedes neue Seitenglied am Vegetationspunkt da entsteht, wo zwischen den bereits vorhandenen Gliedern sich die größte Lücke befindet, und sich dabei den vorhergehenden unmittelbar anschließt. So lange nun das Größenverhältnis zwischen den Anfängen der Seitenglieder und dem Umfang der gemeinsamen Achse sich nicht ändert, bleibt auch die Divergenz konstant; wenn aber z. B. von einem gewissen Zeitpunkte an die neu entstehenden Glieder relativ schmäler sind, als die vorhergehenden, so wird die Anzahl der Orthostichen und Parastichen begreiflicherweise vermehrt; daher finden wir Änderungen der Divergenzen gerade da, wo jenes Größenverhältnis sich ändert, z. B. an der Basis und dem Scheitel der Coniferenzapfen, an der Basis der Blüthenköpfe der Compositen. Außerdem können noch nachträgliche Änderungen und Verschiebungen durch die Größenzunahme der Achse und der heranwachsenden Seitenglieder herbeigeführt werden.



A

Fig. 8. Diagramm der alternirend zweizeiligen Stellung.

Digitized by Google

2) Bilaterale Anordnung.

Bilateral angeordnete Seitenglieder entspringen an zwei einander diametral gegenüberliegenden Seiten der gemeinsamen Achse und bilden somit zwei Zeilen oder Orthostichen. Zumeist stehen die Seitenglieder in den beiden Längszeilen auf abwechselnder Höhe, alterniren (Fig. 8), und man kann somit auch hier eine Spirale konstruiren, welche nach je einem halben Umgange ein Seitenglied trifft und sämmtliche vorhandene in ihrer Altersfolge miteinander verbindet; es ist hier aber völlig gleichgültig, nach welcher Richtung wir uns die Spirale gelegt denken wollen. In derartiger Stellung finden wir z. B. die Blätter mancher Moose (Fissidens) und Farne, die Blätter und Zweige vieler Bäume, z. B. der Ulmen, Hainbuchen, Linden, die Blätter der echten Gräser. Nur selten stehen die Glieder beider Zeilen paarweise auf gleicher Höhe, bilden also zweigliederige superponirte Quirle, so z. B. die Blätter mancher Algen (Pterothamnion) und vieler Najadeen, bei letzteren wahrscheinlich in Folge nachträglicher Verschiebung.

3) Die dorsiventrale Anordnung

der Seitenglieder kann sich in sehr verschiedener Weise äußern; wir können unterscheiden zwischen solchen Achsen, bei welchen die Seitenglieder überhaupt nur auf einer Seite entspringen, und anderen, welche auf verschiedenen Seiten ungleichartige Seitenglieder erzeugen. Als Beispiele erster Art seien die blüthentragenden Zweige der Wicken und verwandten Pflanzen genannt, welche nur auf einer Seite Blüthen tragen, ferner der Thallus der Marchantien und ähnlicher Lebermoose, dessen Schuppen und Haare nur auf der Bauchseite entspringen. Ein Beispiel letzterer Art liefert der Stamm von Marsilia, welcher auf der Rückenseite in zwei Zeilen die Blätter, an den Flanken, d. h. links und rechts einander diametral gegenüberliegend die Seitenzweige und auf der Bauchseite die Wurzeln trägt.

Daß auch Quirlbildung bei dorsiventraler Anordnung nicht ausgeschlossen ist, zeigt Salvinia, deren Blätter in alternirenden dreizähligen Quirlen so angeordnet sind, daß vier Zeilen auf dem Rücken einander ziemlich genähert, und zwei entferntere Zeilen auf der Bauchseite verlaufen.

Die dorsiventrale Anordnung zeigt dadurch Beziehungen zur bilateralen, daß manche Achsen ihre Seitenglieder bilateral anlegen, aber im fertigen Zustande auf dem Rücken tragen; so entstehen an den kriechenden Stämmen von Butomus u. a. die beiden Blattzeilen, welche auf dem Rücken einander sehr genähert sind, ursprünglich rechts und links einander diametral gegenüber. An den Zweigen der Rothbuche (in geringem Maße auch bei anderen Bäumen) stehen im fertigen Zustande die beiden Blattzeilen an der Unterseite der Zweige einander genähert, die Seitenzweige hingegen etwas nach aufwärts verschoben.

Die dorsiventrale oder bilaterale Anordnung findet sich nicht selten mit der multilateralen an derselben Pflanze vereinigt, aber auf verschiedene Regionen vertheilt. So stehen z. B. bei der Weißbuche, Ulme u. a. (nicht bei der Rothbuche und Linde) die Blätter der Hauptachse (der Keimpflanze) multilateral, an den Zweigen dagegen bilateral.

Digitized by Google

§ 5. Ausbildung von Verzweigungssystemen. Die soeben besprochenen Stellungsgesetze gelten für alle seitlich entstehenden Glieder, mögen dieselben unter sich und mit der erzeugenden Achse gleichartig oder ungleichartig sein. In den Fällen jedoch, in welchen Verzweigung stattfindet, d. h. Bildung gleichartiger Glieder, z. B. von Wurzeln an der Wurzel, Seitenzweigen an einem Stamm u. s. w., finden wir in dem gegenseitigen Verhältnis dieser Auszweigungen noch anderweitige Gesetzmäßigkeiten, welche dahin führen, daß wir an den verschiedenartigen Gliedern immer wieder dieselben Typen von Verzweigungssystemen finden. Es handelt sich hier außer den bereits erörterten Stellungsverhältnissen hauptsächlich um die stärkere oder geringere Entwickelung der einzelnen Theile des Verzweigungssystems.

Wir unterscheiden nach der Entstehungsweise der Verzweigungen (s. oben § 3) zunächst dichotomische und monopodiale Systeme, wobei wir nicht unerwähnt lassen, daß dieselben durch Übergänge miteinander verbunden werden.

1) Bei dichotomischer Verzweigung eines Gliedes können sich die beiden Gabelzweige, welche nach oben Gesagtem bei ihrer Entstehung gleich stark sind, entweder

a) auch fernerhin gleich stark entwickeln: die Dichotomie bildet sich gabelig aus (Fig. 9 *A*). Dabei können wiederum die verschiedenen aufeinanderfolgenden Gabelungen entweder in einer Ebene liegen (wie in Fig. 9 *A*), z. B. am Thallus mancher Lebermoose (s. z. B. Fig. 132), an den Blättern von Schizaea dichotoma; das ganze System wird hierdurch bilateral; oder die aufeinanderfolgenden Gabelungen treten in verschiedenen, meist sich kreuzenden Richtungen auf, — multilateral, z. B. an den Wurzeln von Selaginella;

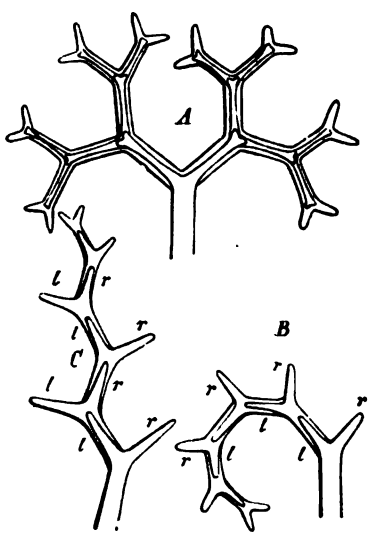


Fig. 9. Schema der dichotomischen Verzweigungssysteme. *A* gabelige Dichotomie; *B* schraubelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich hier immer die linken Gabeläste (*l*) stärker als die rechten (*r*). *C* wickelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich abwechselnd rechte (*r*) und linke (*l*) Gabeläste stärker (nach *Sachs*).

oder b) das System wird sympodial, wenn bei jeder Gabelung ein Ast sich nachträglich stärker entwickelt, als der andere; die Fußstücke der aufeinanderfolgenden Gabelungen bilden dann scheinbar einen Hauptsproß, Scheinachse oder Sympodium genannt, an welchem die schwächeren Gabeläste wie seitliche Sprossungen erscheinen (Fig. 9 *B* und *C*). Dieses Sympodium besteht nun entweder aus den Gabelästen immer derselben Seite (z. B. immer der rechten oder immer der linken, Fig. 9 *B*): schraubelähnliche Dichotomie, z. B. am Thallus von Fucus (s. die letzten Ver-

Digitized by Google

zweigungen des unten in Fig. 99 dargestellten Thallus); oder es besteht aus abwechselnd rechten und linken Gabelästen (Fig. 9 *C*): wickelähnliche Dichotomie, z. B. am Stamm der meisten Selaginellen.

2) Das monopodiale System kommt dadurch zu stande, daß das sich verzweigende Glied in seiner ursprünglichen Richtung fortwachsend seitliche Auszweigungen in progressiver Reihenfolge erzeugt; es bildet also für alle Seitenzweige das gemeinsame Fußstück, daher heißt das ganze System Monopodium. Dasselbe kann sich entweder:

a) racemös ausbilden, wenn die Mutterachse sich fortan stärker entwickelt als alle Seitenachsen, zahlreiche Seitenachsen gleichen Grades erzeugt, und sich auch jede Seitenachse bezüglich ihrer Seitenachsen höherer Ordnung ebenso verhält, so z. B. die Stämme der Tannen, Fichten u. s. w. (multilateral), die Blätter der meisten Farne (z. B. Aspidium filix mas), vieler Doldengewächse (z. B. gelbe Rübe) (bilateral);

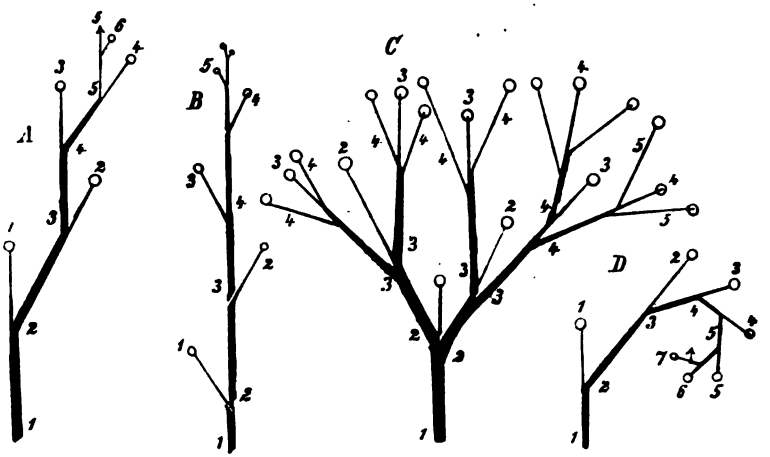


Fig. 10. Schematische Darstellung der cymösen Verzweigungssysteme; *A* und *B* Fächel, *C* Dichasium, *D* Sichel (nach *Sachs*). Denkt man sich die Zweige nicht in der Ebene des Papiers, sondern daraus hervortretend, so veranschaulichen *A* und *B* die Wickel, *D* die Schraubel.

oder b) cymös, wenn jede anfangs schwächere Seitenachse frühzeitig anfängt, stärker zu wachsen als ihre Hauptachse oberhalb ihrer Ursprungsstelle, und sich auch mehr verzweigt, so daß die Entwickelung des Verzweigungssystems auf Achsen immer höherer Grade übergeht. Dabei kommt entweder:

α) keine Scheinachse zu stande; nämlich zwei oder mehr Seitenachsen entwickeln sich nach verschiedenen Richtungen hin stärker als die Mutterachse, aber unter sich annähernd gleich stark (Fig. 10 *C*, während die Mutterachse bald zu wachsen aufhört. Das Verzweigungssystem sieht, wenn die Anzahl der geförderten Seitenachsen zwei beträgt, einer Dichotomie entfernt ähnlich und wird als falsche Dichotomie, besser als Dichasium bezeichnet, bei Mehrzahl der geförderten Seitenachsen als Polychasium. Wiederholt sich diese Verzweigung in mehreren Graden,

Digitized by Google

so liegen die einzelnen Dichasien entweder alle in einer Ebene (z. B. am Stamme der Mistel, Viscum), oder meistens in verschiedenen Ebenen; weitere Beispiele hierfür liefern die Blüthenstände der Wolfsmilcharten, die Zweige von Syringa, an welchen gewöhnlich die Endknospe verkümmert, und die beiden obersten Seitenknospen sich weiter entwickeln, ähnlich Rhamnus cathartica, deren Endknospe in einen Dorn übergeht.

Oder *β*) es entsteht eine Scheinachse, ein Sympodium, wenn jedesmal nur eine Seitenachse sich stärker entwickelt, also z. B. in Fig. 10 *A* die Seitenachse 2 stärker als das obere Ende der Mutterachse 1 u. s. f. Die stärkere Entwickelung ist in der Figur durch stärkere Linien angedeutet. Beispiele für diese Sympodienbildung finden sich an zahlreichen unterirdischen Stämmen, so von Polygonatum u. a. (s. unten § 12 Fig. 22 *B*), welche sich jährlich mit ihrer Spitze über die Erde erheben, während ein Seitenzweig unter der Erde die bisherige Wachsthumsrichtung fortsetzt; ferner kommt ähnliches, wenn auch nicht in ganz reiner Form, an den Zweigen vieler Holzgewächse vor (s. unten § 12). Zahlreiche Beispiele für sympodiale Ausbildung liefern sodann die später (IV. Theil) zu behandelnden Blüthenstände; man unterscheidet hier

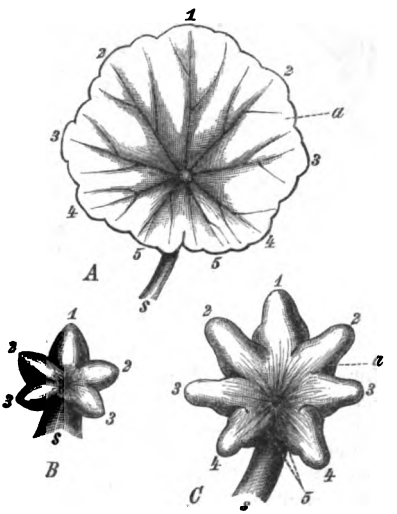


Fig. 11. Blatt von Hydrocotyle; *A* im erwachsenen Zustande, natürl. Grösse; *B* sehr jung, *C* etwas älter, letztere beiden etwa 50 mal vergr.; *s* Blattstiel; *1—5* die aufeinanderfolgenden Zweige des Blattes; *a* weitere Auszweigung an diesen, zuletzt nur als schwache Kerbe erscheinend.

1) Sympodien, deren sämmtliche Zweige in einer Ebene liegen:

a) die Fächel, wenn die geförderten Seitensprosse abwechselnd nach zwei entgegengesetzten Richtungen entspringen (Fig. 10 *A*, *B*),

b) die Sichel, wenn dieselben stets nach einer Seite hin auftreten (Fig. 10 *D*), und

2) Sympodien, deren aufeinanderfolgende Verzweigungsebenen verschiedene Richtung besitzen:

a) die Wickel entspricht der Fächel und

b) die Schraubel entspricht der Sichel.

§ 6. **Verwachsungen.** Es kommt vor, daß die ursprünglich freien Ränder von Pflanzentheilen nachträglich mit einander verwachsen, zusammenwachsen, so z. B. die Ränder der zu einem Fruchtknoten sich schließenden Blätter. Viel häufiger indeß verstehen wir unter Verwachsung den

Digitized by Google

Vorgang, daß einzelne Anlagen von Gliedern durch Wachsthum ihrer gemeinschaftlichen Basis zu einem Ganzen verbunden werden. So erscheinen z. B. die Zweige des in Fig. 11 dargestellten Blattes, welche im jungen Zustande (Fig. 11 *B*, *C*) deutlich hervortreten, durch Wachsthum der mittleren Fläche zuletzt nur noch als schwache Vorragungen am Rande einer zusammenhängenden Scheibe. So entstehen die verwachsenblätterigen Blumenkronen (s. unten im IV. Theil) dadurch, daß die quirlig gestellten Blattanlagen durch Streckung ihrer gemeinschaftlichen Basis (Fig. 12 *A*, *r*) emporgehoben werden und die Lappen an der Spitze einer Röhre bilden (Fig. 12 *B*); ähnliches findet sich an den Perianthien der Moose.

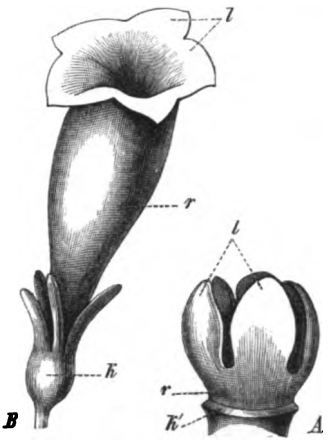


Fig. 12. Blüthe von Petunia; *A* sehr jung, etwa 50 mal vergr.; *B* erwachsen, in natürl. Grösse; *k* der Kelch, *k'* Stelle des weggeschnittenen Kelches; *r* Röhre, *l* Lappen der Krone.

In gleicher Weise können auch in ungleicher Höhe entspringende Anlagen miteinander verwachsen, so die Staub- und Kronenblätter mancher Blüthen, selbst ungleichartige Glieder, wie die Blätter mit den in ihren Achseln entspringenden Zweigen des Stengels.

Anhang.

Zur Bezeichnung der Gestalt der Pflanzentheile werden in der beschreibenden Botanik eine Anzahl von Ausdrücken gebraucht, von welchen die wichtigsten und nicht ohne Weiteres verständlichen hier angeführt seien.

1) Der Umriß flächenartiger Gebilde, z. B. der Blätter, aber auch von multilateralen Körpern, wie Früchten u. dgl., heisst linealisch (linearis), wenn die Ränder annähernd parallel verlaufen (z. B. Blätter der meisten Gräser). Schneiden sich die gekrümmt verlaufenden Ränder an beiden Enden in einem Winkel, so heißt der Umriß lanzettlich (lanceolatus) oder elliptisch, je nachdem der Längsdurchmesser die Breite mehrfach übertrifft oder nur doppelt so groß ist. Verlaufen hingegen die gekrümmten Ränder an beiden Enden gleichmäßig zugerundet, so gelten ebenso wie vorhin die Ausdrücke länglich (oblongus) und oval (ovalis). Liegt der größte Breitendurchmesser dem Grunde näher, so heißt der Umriß eiförmig (ovatus), wenn aber der Spitze näher: verkehrteiförmig (obovatus).

2) Die Spitze ist spitz (acutus), stumpf (obtusus), zugespitzt (acuminatus), d. h. in eine besondere Spitze vorgezogen; bespitzt (apiculatus), d. h. mit einer aufgesetzten Spitze versehen; gestutzt (truncatus), d. h. durch eine gerade Querlinie abgeschnitten; ausgerandet (emarginatus) mit einer Ausbuchtung in der stumpfen Spitze; verkehrtherzförmig (obcordatus) mit einem tiefen Einschnitt zwischen zwei gerundeten Lappen.

3) Für die Basis, für welche ebenso mehrere der ebengenannten Bezeichnungen gelten, ist noch hinzuzufügen: herzförmig (cordatus); spießförmig (hastatus) mit quer abstehenden spitzen Lappen; pfeilförmig (sagittatus) mit rückwärts divergirenden Lappen.

4) Der Rand heißt ganzrandig (integerrimus), wenn keine Einschnitte oder Vorsprünge vorhanden sind; mit unbedeutenden Vorsprüngen heißt er gekerbt (crenatus) mit stumpfen Vorsprüngen; gezähnt (dentatus) mit spitzen gerade abstehenden; ge-

Digitized by Google

sägt (serratus) mit vorwärtsgerichteten Vorsprüngen. — Sind tiefere Einschnitte vorhanden, so heißt ein Gebilde (z. B. ein Blatt, ein röhrig verwachsener Kelch) gelappt (lobatus), wenn die Einschnitte nicht bis zur Mitte reichen, gespalten (fissus), wenn sie bis zur Mitte, getheilt (partitus), wenn sie beinahe bis zum Grunde reichen.

Zweites Kapitel.

Glieder des Pflanzenkörpers.

§ 7. **Allgemeines.** Suchen wir nunmehr die einzelnen Glieder des Pflanzenkörpers ihrer Gestalt nach zu unterscheiden und die allgemeinen Züge, welche bei verschiedenen Pflanzen und Pflanzenklassen wiederkehren, herauszufinden, so müssen wir zunächst von den eigentlichen Fortpflanzungsorganen absehen; denn diese sind für die einzelnen Abtheilungen des Pflanzenreiches so verschieden, daß sie nicht ohne weiteres miteinander in Vergleich gesetzt werden können. Wir fassen daher hier nur den Vegetationskörper der Pflanze ins Auge und finden, indem wir von der Funktion zunächst abstrahiren und die Entstehungsweise seiner Theile, sowie den Vergleich verwandter Pflanzen zu Grunde legen, vier verschiedene Arten von Gliedern:

Stamm, Blatt, Wurzel und Haargebilde.

Der Stamm nebst seinen Zweigen trägt die an seinem fortwachsenden Ende erzeugten Blätter.

Die Blätter entstehen stets in progressiver Reihenfolge, immer exogen, und nehmen immer eine andere Gestalt an, als der sie erzeugende Stamm und dessen Seitenzweige.

Die echten Wurzeln, eine Eigenthümlichkeit der höher organisirten Pflanzen, erzeugen niemals Blätter, entstehen endogen und sind an ihrem Scheitel mit einem eigenthümlichen Gewebe, der Wurzelhaube bedeckt.

Als Haarbildungen faßt man die aus der Oberhaut oder auch den äußeren Schichten entstehenden Haare, Stacheln u. dgl. zusammen, welche an Stämmen, Blättern und Wurzeln auftreten können.

Diese viererlei Glieder sind aber hinsichtlich ihrer Betheiligung am Aufbau des Pflanzenkörpers nicht gleichwerthig. Wie schon aus obigen Definitionen hervorgeht, bilden Stamm und Blätter ein zusammengehöriges Ganzes, das wir als Sproß bezeichnen. Der Sproß entsteht bei der Bildung eines neuen Pflanzenindividuums zuerst; ein Sproß oder häufiger ein System von Sprossen bildet die Grundlage des Pflanzenkörpers; an den Sprossen werden die Wurzeln, Haargebilde und Fortpflanzungsorgane erzeugt.

Bei niedriger organisirten Pflanzen (vielen Algen, Pilzen, manchen Moosen, auch bei Lemna) finden wir an Stelle des Sprosses einen Körper, welcher keine Differenzirung in Stamm und Blatt besitzt; er wird Thallus

Digitized by Google

genannt und trägt ebenso, wie sonst der Sproß, Haare (zuweilen Wurzeln) und Fortpflanzungsorgane. Es kann aber auch, von den Fortpflanzungsorganen abgesehen, dem Thallus jede Differenzirung ungleichartiger Glieder mangeln, so z. B. bei vielen Pilzen.

Je nach der Funktion im Leben der Pflanze können nun diese Glieder verschiedene Ausbildung erfahren; so sind z. B. diejenigen Blätter der Phanerogamen, welche die Fortpflanzungsorgane tragen, die Staub- und Fruchtblätter, von ganz anderer Gestalt, als die übrigen Blätter der gleichen Pflanze; einige Blätter, oder in anderen Fällen Seitenzweige des Stammes, bilden sich zu Ranken oder zu stechenden Dornen um u. s. w. Diese Verschiedenheit der Ausbildung je nach der Funktion bei gleicher Entstehungsweise bezeichnen wir als Metamorphose und sagen z. B.: die Ranken der Wicken, die Dornen von Berberis sind metamorphosirte Blätter; denn sie entstehen in derselben Weise, wie die Blätter, und stehen an derselben Stelle, wo sich bei verwandten Pflanzen ein Blatt befindet.

Es darf schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß Übergänge zwischen den verschiedenen Gliedern existiren; so finden wir nicht bloß schrittweise Übergänge vom Thallus zum beblätterten Stamm, von Haargebilden zu Blättern, sondern wir wissen auch, daß in einigen seltenen Fällen einzelne Glieder direkt die Charaktere eines anderen annehmen können, daß z. B. Wurzeln in Stämme sich umbilden.

§ 8. **Die Entstehung der Sprosse.** Es ist vorauszuschicken, daß der Jugendzustand des Sprosses, in welchem Stamm und Blatt ihre definitive Größe und Gestalt noch nicht erreicht haben, als Knospe (Gemma) bezeichnet wird; in derselben stehen die jungen Blätter meist dichtgedrängt und neigen sich gewöhnlich über die Stammspitze zusammen (s. oben Fig. 2). Das fortwachsende Ende eines Sprosses heißt demnach End- oder Terminalknospe; sie geht entweder allmählich in den ausgewachsenen Sproß über (so bei vielen krautartigen Sprossen), oder ist in Folge periodischen Stillstands in der Entwicklung gegen die ältere Region scharf abgegrenzt, so am deutlichsten die Winterknospen der Bäume. Seitenknospen sind die noch ganz im Jugendzustand befindlichen seitlichen Zweige des Sprosses.

Normale Entstehung von Sprossen findet, abgesehen von der Bildung eines neuen Pflanzenindividuums, nur an anderen Sprossen durch Verzweigung statt. In sehr vielen Fällen besteht eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem Ort der Entstehung neuer Sprosse und den Blättern des Muttersprosses. So entstehen dieselben bei den höheren Pflanzen (den Phanerogamen und manchen Farnen), ferner bei einigen Algen axillär, nämlich in den Blattachseln, d. h. unmittelbar vor einem Blatt, dem Stütz- oder Tragblatt, sie entstehen hier schon mit der Anlage des Blattes (s. Fig. 2 *kn*) und zwar mit wenigen Ausnahmen (in den Blüthen, an den Sprossen vieler Nadelhölzer) in der Achsel jedes Blattes. In der Regel trägt alsdann jedes Blatt nur einen Achselsproß, bisweilen jedoch deren mehrere, so mehrere neben einander an den Zwiebeln von Muscari, den Blüthen-

Digitized by Google

ständen von Musa, mehrere übereinander bei Lonicera, Juglans u. a. Bei den Moosen und manchen Farnen (z. B. Adlerfarn) stehen die Seitenknospen unmittelbar neben oder hinter einem Blatte. Als Ausnahmen von dieser sehr allgemeinen Abhängigkeit der Sproßbildung von den Blattinsertionen sind zu nennen die durch Dichotomie enstehenden Sprosse (Selaginella), ferner jene dorsiventralen Stämme, deren Seitensprosse auf anderen Seiten als die Blätter entspringen (Marsilia, Polypodium).

Nicht alle als Knospen angelegten Seitensprosse brauchen sich auch wirklich zu Zweigen zu entwickeln; so bleiben z. B. die Achselknospen der untersten Blätter jedes Jahrestriebes an den meisten Bäumen in der Regel unentwickelt; sie werden nur in Folge von Verletzungen, welche die übrigen Knospen entfernen, oder wenn die oberen Theile absterben, zur Entfaltung angeregt. Solche Knospen, welche lange Zeit, oft viele Jahre lang sich nicht entfalten, heißen schlafende Knospen; Sprosse, die später daraus hervorgehen (z. B. die sog. Wasserreiser an älteren Bäumen), werden zweckmäßig als Präventivsprosse bezeichnet.

Adventiv entstehen Sprosse an älteren Stämmen, auch auf Wurzeln (z. B. Monotropa, die sogen. Wurzelbrut der Pappeln und anderer Bäume), selbst auf Blättern (z. B. von Bryophyllum, manchen Farnen).

§ 9. **Die Gestalt des Stammes im Allgemeinen.** Die Gestalt der Stammgebilde wird in erster Linie durch die gegenseitige Entfernung der zugehörigen Blätter beeinflußt. Bleiben die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke auch im Verlaufe der Entwickelung kurz, wie sie im Knospenzustande gewöhnlich sind, so ist eine eigentliche Oberfläche des Stammes nicht oder kaum vorhanden, so z. B. in den Blattrosetten des Wegetritts, der Hauswurz, mancher Moose, vieler Farne wie Aspidium filix mas, in den Blätterbüscheln der Lärche, in den meisten Blüthen. In vielen anderen Fällen aber erfahren die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke eine bedeutende Streckung, so daß die Blätter auseinandergerückt werden; die gestreckten Partien heißen dann Internodien oder Stengelglieder (z. B. an den meisten Baumzweigen); die Grenze zwischen denselben, d. h. diejenige Querzone, auf welcher ein Blatt oder mehrere einen Quirl bildende Blätter entspringen, heißt Knoten und ist nicht selten in hervorragender Weise ausgebildet, besonders bei quirlig gestellten Blättern (z. B. bei Labiaten, Schachtelhalmen, Characeen) oder bei stengelumfassenden Blättern (z. B. Gräser, Doldengewächse). Derjenige Theil der Stengeloberfläche, von welchem das Blatt entspringt, heißt die Insertion und ist an denjenigen Stammgebilden, welche ihre Blätter regelmäßig abwerfen, wie aller Holzgewächse, von Farnen am Stamm von Polypodium, als sogen. Blattnarbe auffällig bemerkbar.

Die Stammgebilde sind vorherrschend multilateral gebaut, zumeist cylindrisch oder prismatisch. Die Kanten prismatischer Stämme stehen gewöhnlich mit der Anordnung der Blätter im Zusammenhang, wie am deutlichsten die bei decussirter Blattstellung so häufigen vierkantigen Stengel zeigen. Doch gibt es auch Stammgebilde, welche deutlich dorsiventral ge-

Digitized by Google

baut sind und im extremsten Falle sogar bei flüchtiger Betrachtung wie Blätter erscheinen, so die unten § 12 zu besprechenden Phyllocladien.

Die Ausbildungsformen der Stammgebilde hängen so vielfach mit jenen der Blätter zusammen, daß sie erst nach deren Schilderung betrachtet werden können; s. unten § 12.

§ 10. **Die Gestalt des Blattes im Allgemeinen.** Das Blatt ist seiner Gestalt nach zumeist flach ausgebreitet, dorsiventral. Es läßt sich alsdann durch eine auf seiner Fläche senkrechte Ebene, die Medianebene, welche man durch die Spitze und den Insertionspunkt legt, und welche die Längsachse des Blattes in sich enthält, in zwei einander ähnliche Hälften theilen. Meist sind diese rechte und linke Hälfte einander gleich, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand: das Blatt heißt dann symmetrisch. Unsymmetrische Blätter, deren Hälften erhebliche Verschiedenheiten zeigen, finden sich z. B. bei der Ulme, besonders auffällig bei Begonia. Die beiden Flächen des Blattes, die obere (innere) und untere (äußere) sind gewöhnlich voneinander in Struktur, Farbe, Behaarung u. s. w. verschieden. In der Regel liegt die Flächenausbreitung quer zur Medianebene, also auch quer zur Längsachse des Stengels; doch wird diese ursprüngliche Lage durch spätere Drehungen häufig verändert, bei decussirter Blattstellung (z. B. Philadelphus) oder zweizeiliger (z. B. Buche, Ulme) drehen sich an den wagerechten oder schrägen Zweigen die Blätter oft so, daß ihre oberen Flächen sämmtlich in eine Ebene zu liegen kommen; an den horizontalen Zweigen der Weißtanne drehen sich die rings um den Zweig gestellten Blätter so, daß ihre Oberseiten sämmtlich zenithwärts schauen.

Wenn auch die dorsiventrale Gestalt der Blätter als die häufigste bezeichnet werden kann, so ist sie doch durchaus nicht wesentlich; es giebt zahlreiche Blätter von fadenförmiger Gestalt, so bei vielen Algen (Bryopsis, Florideen, Characeen), sowie prismatische (die sog. Nadeln der Fichte), annähernd zylindrische (Arten von Sedum, Mesembryanthemum), dabei zugleich röhrige (Allium, Juncus). Seltener ist die schwertförmige Gestalt (z. B. Schwertlilie), d. h. die Ausbreitung des Blattes fällt in die Medianebene selbst; während in genanntem Falle die Insertion des Blattes am Stamm in normaler Weise quer verläuft, steht dieselbe nebst der Blattfläche bei manchen Moosen (Blasia, Schistostega) longitudinal.

Die oben als häufigstes Vorkommnis bezeichnete Flächenausbreitung betrifft in vielen Fällen das Blatt in seiner Gesammtheit, so daß dieses von seiner Basis bis zur Spitze eine einzige ungegliederte Ausbreitung, Spreite (lamina), vorstellt, so bei fast allen Moosen, den meisten Lycopodinen und Coniferen, auch z. B. bei der Tabakpflanze. In anderen Fällen jedoch wird diese Spreite getragen von einer schmalen, meist halbcylindrischen Strecke des Blattes, dem Blattstiel (petiolus).

Ein Blatt, dessen Spreite ohne Stiel unmittelbar am Stengel entspringt, heißt sitzend (folium sessile); stengelumfassend (amplexicaule) oder halbstengelumfassend (semiamplexicaule) heißt es, wenn es an der Insertion um den ganzen

Digitized by Google

oder halben Stengelumfang greift (Fig. 13 *A*); durchwachsen (perfoliatum) wird es genannt, wenn die Ränder des Blattes an der der Insertion gegenüberliegenden Seite des Stengels miteinander verwachsen sind (Fig. 13 *B*). Tritt eine ähnliche Steigerung des Wachsthums an der Basis zweier gegenständiger Blätter ein, so erscheinen diese als zusammengewachsen (connata, Fig. 13 *C*). Auch die Basis einer gestielten Spreite kann sich über den Ansatz des Stieles hinaus entwickeln, so daß dieser scheinbar aus der Unterfläche der Spreite entspringt (Fig. 11) — schildförmiges Blatt (peltatum) z. B. der Kapuzinerkresse, Tropaeolum.

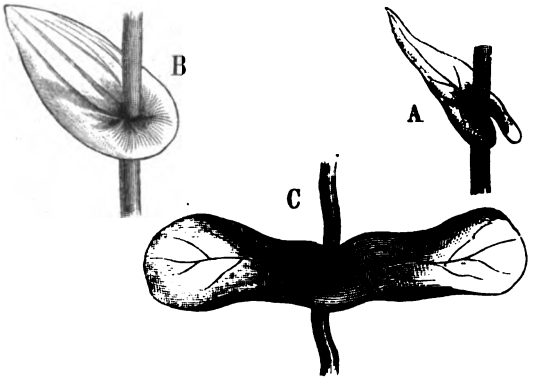


Fig. 13. *A* umfassendes Blatt von Thlaspi perfoliatum; *B* durchwachsenes Blatt von Bupleurum rotundifolium; *C* zusammengewachsene Blätter von Lonicera Caprifolium.

Abgesehen von der Sonderung in Stiel und Spreite kann aber auch der Blattgrund, die dem Stengel zunächst angrenzende Region des Blattes, besondere Ausbildung erfahren. Derselbe erscheint häufig in Form einer röhrenförmigen oder scheidenartigen Ausbreitung, der Scheide (vagina, Fig. 14 *v*), welche an ihrer Insertion den Stengel ganz oder zum größten Theile umfaßt. Während sie gewöhnlich oberseits offen ist oder nur durch Übereinandergreifen der freien Ränder röhrenförmig wird, kann sie durch Streckung ihrer den Stengel umfassenden Basis zu einer ringsgeschlossenen Röhre werden (z. B. Halbgräser und einige echte Gräser). Je nach der Ausbildung der vorderen Region des Blattes grenzt die Scheide vorne an den Blattstiel (Fig. 14) oder an die Spreite (z. B. Gräser, Fig. 15 *A*).

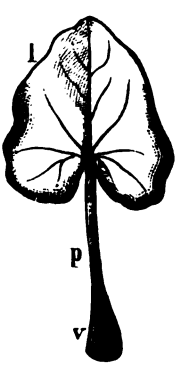


Fig. 14. Blatt von Ranunculus Ficaria. *v* Scheide, *p* Stiel, *l* Spreite (natürliche Größe).

Ein anderes Product des Blattgrundes sind die Nebenblätter (stipulae), nämlich ein Paar von Auszweigungen beiderseits der Blattbasis, welche besonders häufig an solchen Blättern auftreten, welche keine eigentliche Scheide besitzen, indessen auch einem scheidenartig verlängerten Blattgrunde als ein Paar Spitzen aufsitzen können (z. B. Rose).

Sie sind öfters an Consistenz und Farbe der Blattspreite ähnlich, wie bei den Weiden, der Erbse (Fig. 15 *C*), dem Ackerveilchen, den einheimischen Rubiaceen, hier verzweigt; bei anderen Pflanzen dagegen sind sie bleich oder braun und fallen bald nach der Entfaltung der Blätter ab (z. B. Buche, Ulme, Linde). Ihre ursprüngliche Stellung an beiden Seiten des Blattgrundes wird zuweilen durch nachträgliche Verschiebungen verändert, so daß sie in der Blattachsel, oder

Digitized by Google

dem Blatte gegenüber (z. B. Astragalus) erscheinen. Durch Verwachsung können sie eine Röhre bilden (z. B. Platane, Polygoneen); auch die benachbarten Stipulae quirlständiger Blätter können mit einander verwachsen z. B. Hopfen, Außenkelch der Rosaceen).

Als Ligula, Blatthäutchen wird ein Auswuchs bezeichnet, der sich an der oberen Fläche der Blätter, gewöhnlich am Grunde der Spreite bei wenigen Pflanzen findet, z. B. bei den Gräsern (Fig. 15 *A*, *i*), Selaginella, an den Blüthenblättern von Narcissus, Lychnis.

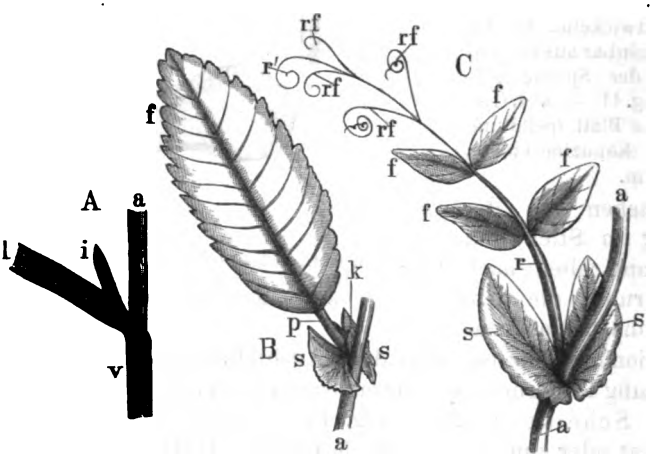


Fig. 15. *A* Stück eines Grasblattes (von Poa trivialis) mit Ligula *i*; *a* der Stengel, *v* die zusammengerollte Scheide, *l* die Spreite des Blattes (nat. Gr.). *B* Blatt einer Weide, Salix Caprea; *a* Zweig, *ss* die Nebenblätter, *p* der Blattstiel, *f* die Spreite, *k* Achselknospe (nat. Gr.). *C* Blatt der Erbse, Pisum arvense; *a* der Stengel, *ss* die Nebenblätter, *r* die Spindel, *ff* die Blättchen, *rfrf* die oberen in Ranken umgewandelten Blättchen, *r'* das rankenförmige Ende der Spindel (1/3 der nat. Gr.).

In der Spreite vieler Blätter sieht man schon äußerlich strangförmige helle Streifen verlaufen, die sog. Nerven, welche gewöhnlich auf der Unterseite vorspringen und bei der Verwesung längere Zeit widerstehen, als Skelett des Blattes erhalten bleiben. Diese Nerven besitzen einen von der Grundsubstanz des Blattes verschiedenen anatomischen Bau, welcher einstweilen unberücksichtigt bleiben kann, und stehen durch ihre Richtung und Anordnung im engsten Zusammenhange mit der ganzen Gestaltung der Spreite. Nach ihrem Vorkommen und ihrer Anordnung können wir folgende Typen unterscheiden:

1) Nervenlose Blätter, welche die in Rede stehende Differenzirung überhaupt nicht besitzen, so die Blätter der Algen, fast aller Lebermoose und vieler Laubmoose; hingegen dürfen wir nicht hierher rechnen die fleischigen Blätter vieler Phanerogamen (wie Aloe, Crassulaceen u. a.), bei welchen äußerlich keine Nerven sichtbar sind, im Innern aber doch die entsprechenden Strukturdifferenzen existiren;

2) Einnervige Blätter, welche nur von einem einzigen unverzweigten Nerven der Länge nach durchzogen werden, so die Blätter vieler Laubmoose, der Lycopodinen, der meisten Coniferen, von Elodea, Erica u. a.;

Digitized by Google

3) **Mehrnervige Blätter**, in deren Spreite zahlreiche Nerven entweder schon von der Basis aus eintreten, oder durch Verzweigung eines oder mehrerer in die Spreite eintretender Nerven zu stande kommen. Die Verzweigung der Nerven ist entweder eine dichotomische (wie bei Adian-

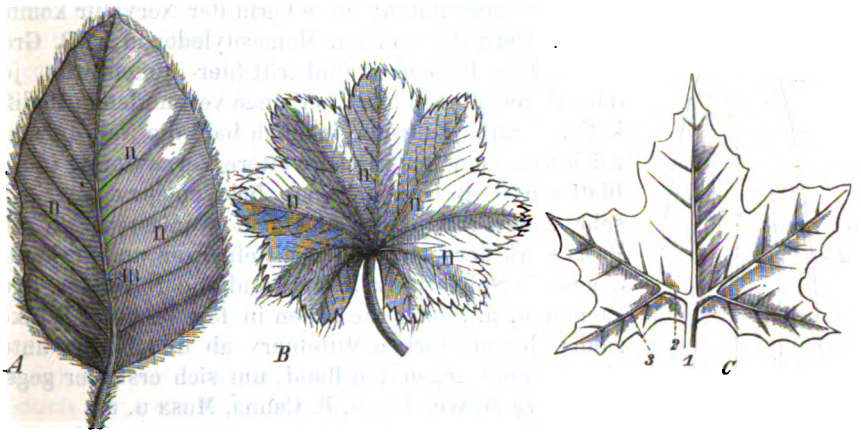


Fig. 16. *A* Fiederförmige Nervatur des Blattes der Buche Fagus silvatica, *m* Mittelnerv, *nn* Seitennerven. *B* handförmige Nervatur des Blattes von Alchemilla vulgaris (nat. Gr.). *C* fußförmige Nervatur des Blattes der Platane ($^1/_3$ nat. Gr.), *1, 2, 3* Nervenzweige des ersten, zweiten und dritten Grades.

tum reniforme und anderen Farnen, bei Gingko unter den Coniferen, wobei ein Mittelnerv nicht existirt, oder eine monopodiale, letzteres am deutlichsten da, wo nach racemösem Typus vom Mittelnerven beiderseits zahlreiche, wie der Bart einer Feder abstehende Seitennerven abgehen (Fig. 16 *A*, auch Fig. 15 *B*, 17), **fiederförmige Nervatur** (nervi pinnati). Dem cymösen Typus gehört die sog. **fußförmige Nervatur** (nervi pedati) an, bei welcher (seltener die beiden Gabeläste einer Dichotomie, meist) das unterste Paar Seitennerven sich nach Art einer Sichel (Fig. 16 *C*) weiter verzweigen; sind dabei die Fußstücke der Nerven auf ein Minimum reduzirt, so entsteht die **handförmige Nervatur** (nervi palmati), bei welcher die Nerven von der Basis des Mittelnerven ausstrahlen (Fig. 16 *B*).

Fig. 17. Blatt einer jungen Farnpflanze mit freier fiederiger Nervatur; *m* der Mittelnerv, *ss* die stärkeren unteren, *n* die schwächeren oberen Seitennerven (3 mal vergr.).

Nach dem weiteren Verhalten der Nerven und ihrer Zweige unterscheidet man folgende Formen der Nervatur, welche freilich durch Übergänge verbunden werden:

a) **Freie Nervatur**, wenn die Nerven oder Nervenäste am Rande des Blattes frei endigen und auch sonst keine Anastomosen eingehen, so z. B. in vielen Farnblättern (Fig. 17), von Coniferen bei Gingko, Araucaria imbricata u. a., ferner bei den meisten Cycadeen, den Wasserranunkeln u. a.;

Digitized by Google

b) Streifige oder parallele Nervatur (Fig. 18); hier laufen zahlreiche dichtgenäherte, unter sich annähernd parallele Nerven gegen die Spitze oder den Rand und legen sich dort bogig von außen nach innen aneinander (Fig. 18 *a*); im Längsverlauf sind sie durch kurze schwache, meist rechtwinkelig ansetzende Äderchen (Fig. 18 *v*) verbunden; diese Form der Nervatur kommt den Blättern der meisten Monocotyledonen, z. B. Gräsern, Lilien, Palmen zu und tritt hier in mehreren, jedoch durch allmähliche Übergänge verbundenen Modifikationen auf. Es treten nämlich bald die Nerven zahlreich ohne nennenswerthe weitere Verzweigung in das Blatt ein (z. B. Orchis Morio); bald entspringen sie in sehr spitzem Winkel von einem wenigstens an der Basis stark hervortretenden Mittelnerven und verlaufen gegen die Spitze zu (z. B. Mais und andere Gräser, Dracaenen u. a.), oder sie gehen in fast rechtem Winkel zahlreich vom starken Mittelnerv ab und laufen unter sich parallel gegen den Rand, um sich erst hier gegen die Spitze zu wenden (z. B. Canna, Musa u. a.).

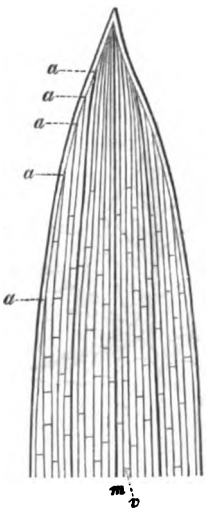


Fig. 18. Spitze eines Grasblattes mit streifiger Nervatur; *m* Mittelnerv, *a* Anastomosen, *v* Äderchen (4 mal vergr.).

c) Die netzaderige Nervatur kommt dadurch zu stande, daß die Nerven sich in Äste verschieden hoher Ordnungen unter verschiedenen Winkeln verzweigen, und mit einander anastomosiren (Fig. 19), wobei im Inneren der so entstehenden Maschen sowie gegen den Rand zu einzelne freie Nervenendigungen vorkommen können. Es ist dies die vorherrschende Nervatur der Dicotyledonen, welche sich jedoch auch bei einzelnen Monocotyledonen (z. B. Paris, Dioscoreen, Smilax, vielen Araceen) und zahlreichen Farnen findet. Es treten hier gewöhnlich einzelne Nerven, die man als Rippen bezeichnen kann, stärker hervor und stehen in augenscheinlicher Beziehung zur Gestalt und Theilung des Blattes, während dieses für die zarteren anastomosirenden Adern begreiflicherweise nicht der Fall ist. Die Anordnung dieser Rippen ist dann für die Bezeichnung der Nervatur als fiederförmig, handförmig etc. maßgebend (Fig. 16).

Fig. 19. Stück eines Blattes von Salix Caprea, mit netzaderiger Nervatur; *m* Mittelnerv, *n* stärkere Seitennerven (Rippen), *v* anastomosirende Adern (nat. Gr.).

Verzweigung des Blattes findet sich bei nervenlosen, wie bei genervten Blättern; von ersteren seien als Beispiele genannt die Blätter vieler Algen, wie Caulerpa-Arten, Polysiphonia, Chara, ferner die Blätter der meisten Jungermanniaceen (Lebermoose), welche schon ihrer Entstehung nach aus zwei Theilen bestehen, bei einigen Formen (z. B. Trichocolea) in zahlreiche haarförmige Zweige aufgelöst sind. Bei genervten Blättern hängt die Verzweigung aufs innigste mit der Nervatur zusammen, und ist auch in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle bilateral, d. h. die Zweige

Digitized by Google

liegen wenigstens ursprünglich alle in der Ebene des Blattes; doch findet sich eine Verzweigung aus der Fläche bei den Staubblättern mancher Phanerogamen, an den fertilen Blättern der Ophioglosseen (Farne).

Die Auszweigungen erscheinen im fertigen Zustande entweder als einzelne von einander getrennte Spreiten, Blättchen (foliola) genannt (*f'* in Fig. 20 *B*, *D*, *E*, *F*), welche selbst wieder mit besonderen Stielchen versehen sein können; ein derartiges Blatt heißt zusammengesetzt (f. compositum); oder aber die Abschnitte sind am Grunde durch eine mehr oder weniger mächtige Ausbreitung verbunden und erscheinen nur als Theile einer einheitlichen Spreite, welche je nach der Tiefe der Einschnitte als gelappt, gespalten oder getheilt (s. oben S. 15) bezeichnet wird. Dieser Zusammenhang der Auszweigungen kann darauf beruhen, daß die Verzweigung erst in einem späteren Entwicklungsstadium des Blattes erfolgt, er kommt aber auch in vielen Fällen durch nachträglich gesteigertes Wachsthum des centralen Theiles des Blattes zu stande (so z. B. Fig. 11, S. 13).

Die Verzweigung tritt am deutlichsten da hervor, wo die noch ganz junge Blattanlage Auszweigungen erzeugt, welche entweder unverzweigt bleiben oder sich in derselben Weise weiter verzweigen. Hier können wir nach dem oben S. 11 im allgemeinen Gesagten dichotomische, racemöse und cymöse Verzweigung unterscheiden.

Die dichotomische Verzweigung des Blattes ist verhältnismäßig selten; als Beispiel sei Gingko biloba genannt.

Dem racemösen Typus folgen jene Blätter, bei welchen seitliche Auszweigungen in größerer Zahl in acropetaler Entwicklungsfolge entstehen; doch ist ihre Anzahl fast stets eine begrenzte; ein Beispiel der sehr seltenen unbegrenzten Entwicklung bietet die Farngattung Lygodium.

Ist die Spreite noch zusammenhängend, so heißt ein solches Blatt fiederlappig (pinnatilobum), fiederspaltig (pinnatifidum) oder fiedertheilig (pinnatipartitum); ist sie aber in einzelne Blättchen zertheilt, so heißt das Blatt kurzweg gefiedert (pinnatum); die Blättchen heißen Fiedern (pinnae) und stehen an einer stielartigen Mittelrippe, der Spindel (rhachis). Schließt letztere mit einem Endblättchen ab (Fig. 20 *D*, *t*), so ist das Blatt unpaarig gefiedert (imparipinnatum); ist kein Endblättchen vorhanden (Fig. 20 *E*), so heißt es paarig gefiedert (paripinnatum); je nach der Anzahl der Blättchen ist das Blatt zwei-, drei-, vierpaarig (bi-, trijugum) u. s. w. Wenn sich die fiederige Verzweigung in höheren Graden wiederholt, so heißt das Blatt zweifach (Fig. 20 *H*) u. s. w. gefiedert (bi-, tripinnatum). Sehr complicirt gebaute Formen, wie bei Farnen, Doldengewächsen, kommen dadurch zu stande, dass die einzelnen Abschnitte gleicher Ordnung sich ungleich stark entwickeln, insbesondere sich desto schwächer entwickeln und verzweigen, je näher sie der Spitze liegen.

Cymös verzweigte Blätter hingegen kommen dadurch zu stande, daß die Abschnitte an ihrem Grunde nach außen hin weitere Abschnitte erzeugen, diese wieder ebenso u. s. w. (s. S. 13, Fig. 11 *B*, *C*); es sind sonach die beiderseits der Mitte nach außen aufeinanderfolgenden Abschnitte Auszweigungen immer höheren Grades. Je nach dem Verhalten der Nerven am Grunde heißt die Verzweigung fußförmig oder handförmig. Es kann aber auch die gemeinschaftliche Basis der in cymöser Weise entstandenen Abschnitte nachträglich in die Länge wachsen; es erscheinen dann die Abschnitte wieder seitlich an einer Spindel und das Blatt ist im fertigen Zu-

Digitized by Google

stande von einem gefiederten nicht zu unterscheiden (z. B. Rose); das sog. unterbrochengefiederte Blatt (z. B. Potentilla anserina) kommt dadurch zu stande, daß bei dieser Streckung noch Abschnitte höherer Ordnung von ihrer Ursprungsstelle hinweggerückt werden und als kleinere Fiedern zwischen den größeren erscheinen.

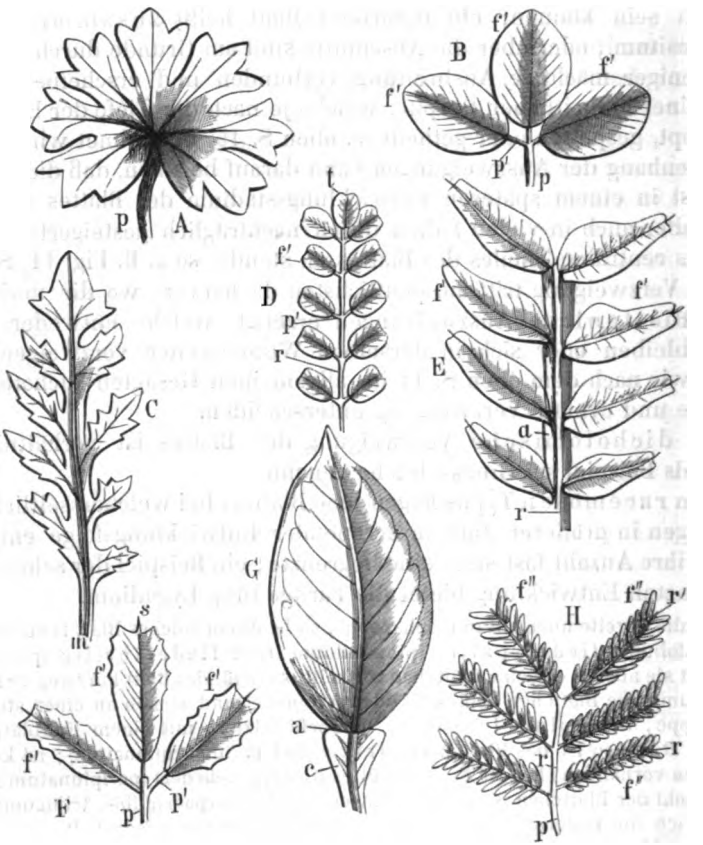


Fig. 30. Verzweigte Blätter; *p* Blattstiel, *p'* Stielchen, *f'* Blättchen, *r* Spindel. *A* handförmig gespaltenes Blatt eines Geranium. *B* dreizähliges Blatt des Wiesenklees. *C* fiedertheiliges Blatt des Hirtentäschelkrauts. *D* unpaarig gefiedertes Blatt von Hippocrepis comosa, *t* das Endblättchen. *E* paarig gefiedertes Blatt von Pistacia Lentiscus, *a* Flügel der Rhachis. *F* dreizählig gefiedertes Blatt von Medicago. *G* Blatt der Orange; die Gliederung *a* zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel *c* deutet an, daß die Spreite das Endblättchen eines gefiederten Blattes ist, dessen Seitenblättchen fehlen. *H* doppelt (paarig) gefiedertes Blatt einer Akazie, *r'* sekundäre Spindeln, *f''* Blättchen.

Abgesehen von den zuletzt erwähnten gefiederten Blättern heißt das cymös verzweigte Blatt bei zusammenhängender Spreite handförmig gelappt (palmatilobum, s. z. B. Fig. 16 *B*) bis getheilt, beziehungsweise fußförmig gelappt (pedatifidum, s. z. B. Fig. 16 *C*) u. s. w. Entspringen getrennte Blättchen radienartig von der Spitze des Stieles, so heißt es gefingert (palmatum), und zwar nach der Anzahl der Blättchen drei-, fünf-zählig (ternatum, quinatum) u. s. w.; wiederholt sich dieselbe Anordnung in höheren Graden, so wird das Blatt doppeltdreizählig (biternatum) u. s. w. Ebenso gibt es fußförmig fünf- u. s. w. zählige Blätter z. B. bei manchen Brombeeren.

Digitized by Google

Das dreizählige Blatt läßt seiner Entstehungsweise nach seine Zugehörigkeit zum racemösen oder cymösen Typus nicht erkennen; ob im konkreten Falle ein einpaarig gefiedertes Blatt oder ein handförmig dreizähliges Blatt vorliegt, ergiebt sich aus dem Vergleich verwandter Pflanzen, bei welchen die Verzweigung reichlicher ist, ferner aus dem gelegentlichen Auftreten zahlreicherer Abschnitte (die z. B. beim röthen Wiesenklee bei Vier-, Fünfzahl u. s. w. in handförmiger Anordnung erscheinen), sowie endlich aus der Lage der bei vielen zusammengesetzten Blättern vorhandenen gelenkartigen Einschnürung am Grunde der Blättchen; der Umstand, daß an dem Fig. 20 *F* dargestellten Blatt diese Artikulation des mittleren Blättchens über der Insertion der beiden seitlichen liegt, zeigt nämlich, daß hier ein einpaarig gefiedertes Blatt vorliegt, in Fig. 20 *B* hingegen ein handförmig dreizähliges.

Im Gegensatze zu der besprochenen Verzweigung der ganz jungen Blattanlage kommt aber auch die Bildung von Auszweigungen in vorgeschritteneren Entwicklungsstadien vor; so entstehen bei den Ulmen, der Hasel u. a. an dem heranwachsenden Blatte seitliche Auszweigungen, die zuletzt als Zähne des Blattrandes erscheinen; so bildet das Blatt vieler Cruciferen, von Valeriana, Scabiosa u. a. an seinem Grunde in basipetaler Folge Auszweigungen, welche das Blatt zu einem fiederlappigen bis fiedertheiligen machen. — Während die eben erwähnten Zähne des Blattrandes als Auszweigungen des Blattes aufzufassen sind, kann dies für solche Zähne, die erst ganz zuletzt ohne Beziehung zur Nervatur auftreten, nicht der Fall sein; letzterer Art sind z. B. die Zähne bei vielen Moosen (z. B. Mnium serratum), bei Najas, Coniferen. —

Die gegenseitige Lage und Gestalt der Blätter in der Knospe bietet ebenfalls charakteristische Eigenthümlichkeiten.

Je nachdem sie mehr oder weniger in die Breite wachsen, stoßen benachbarte Blätter entweder bloß mit ihren Rändern aneinander (klappige Knospenlage, praefoliatio valvata), oder sie greifen mit ihren Rändern übereinander (deckende Knospenlage, pr. imbricativa). Mit Rücksicht auf die Gestalt des einzelnen Blattes in der Knospe (vernatio) unterscheidet man die flache Knospenlage (v. plana), die gefaltete (v. duplicativa), wenn das Blatt an der Mittelrippe nach vorn zusammengelegt ist (z. B. Bohne); die mehrfach gefaltete (v. plicativa), wenn das Blatt in zahlreiche longitudinale oder schräge Falten gelegt ist (z. B. Buche); die zerknitterte (v. corrugativa), wenn Falten und Unebenheiten nach allen Richtungen vorkommen (z. B. Blüthenblätter des Mohn); die eingerollte (v. involutiva), wenn die Seitenränder gegen die Oberseite zu eingerollt sind (z. B. Veilchen); die zurückgerollte (v. revolutiva), wenn sie gegen die Unterseite gerollt sind (z. B. Ampfer); die zusmmengerollte (v. convolutiva), wenn das ganze Blatt in einer Richtung tutenförmig zusammengerollt ist (z. B. Canna), und die schneckenförmig gerollte (v. circinata), wenn das Blatt von der Spitze gegen die Basis zu eingerollt ist (z. B. Farnkräuter); die gedrehte Knospenlage (v. contorta) endlich beruht darauf, daß alle Blätter nach einer Richtung, einander deckend, gedreht sind (z. B. Blüthenblätter des Immergrün).

§ 11. Die Ausbildungsformen des Blattes. Je nach der Funktion im Leben der Pflanze und in Beziehung zu den äußeren Lebensbedingungen erfahren die Blätter verschiedenartige Ausbildung. Wir unterscheiden folgende Formen, welche indeß durch Übergänge verbunden sind; denn es sind die Funktionen nicht immer auf verschiedene Blätter vertheilt; das nämliche Blatt kann entweder nach einander zu verschiedenen Zeiten, oder gleichzeitig mit verschiedenen Theilen verschiedenen Verrichtungen dienen;

Digitized by Google

es ist mit anderen Worten die Arbeitstheilung nicht immer strenge durchgeführt. Die verbreitetste und zugleich ursprünglichste Ausbildungsform, von welcher sich die übrigen ableiten lassen, bilden die

1) Laubblätter, gewöhnlich kurzweg Blätter genannt. Sie zeichnen sich durch die vorherrschend grüne Farbe aus und sind ihrer Verrichtung im Ernährungsproceß entsprechend (s. § 49) auf die Ausbreitung am Sonnenlichte angewiesen. Je größer sie sind, desto geringer ist ihre Anzahl. Sie besitzen fast stets eine entwickelte Spreite von flacher, seltener multilateraler Gestalt und zeigen in deren Gestaltung die im Vorstehenden näher geschilderte Mannigfaltigkeit.

Ihre Consistenz steht mit ihrer Lebensdauer und der Lebensweise in Zusammenhang; die meisten Blätter, mit krautiger Consistenz, haben nur einjährige Lebensdauer und sterben im Herbste sammt den Stengeln ab oder fallen ab; die derberen Blätter von lederartiger Consistenz (aber auch manche dünnere, bei Moosen u. a.) überdauern den Winter, um entweder mit Entfaltung der neuen Blätter abzufallen (z. B. Ligustrum) oder mehrere Jahre zu leben (z. B. Ilex, Ruscus, die meisten unserer Nadelhölzer, deren Nadeln bis 12 Jahre (Weißtanne) leben können). Fleischige Blätter finden sich bei Pflanzen trockener Standorte und Klimate, so bei Aloe, Sedum u. a.

Bemerkenswerth ist der Umstand, daß zuweilen am gleichen Sproß Laubblätter von ungleicher Gestalt vorkommen. So sind häufig die ersten Blätter junger Pflanzen von anderer, meist einfacherer Gestalt, als die späteren, und verrathen größere Ähnlichkeit mit der Gestalt an verwandten Pflanzen. Manche Wasserpflanzen zeigen eine Verschiedenheit der im Wasser untergetauchten von den auf dem Wasserspiegel schwimmenden Blättern; so sind bei manchen Arten von Potamogeton erstere schmal bandförmig, letztere breit elliptisch; bei mehreren wasserbewohnenden Arten von Ranunculus sind erstere feingeschlitzt, letztere mit kreisrunder zusammenhängender Spreite versehen.

Phyllodien heißen die bei manchen Arten von Acacia und Oxalis vorkommenden Blattstiele, welche unter Verbreiterung in Richtung der Medianebene die Funktion der Spreite übernehmen, welch letztere nicht (wohl aber an den Blättern junger Pflanzen) zur Entwicklung gelangt.

Auffallende Formen von im allgemeinen hohler Gestalt nehmen diejenigen Laubblätter gewisser Pflanzen an, welche unbeschadet ihrer Laubblattfunktion außerdem zum Fang kleiner Thierchen dienen (vergl. auch unten § 51); so werden die ganzen Blätter schlauchförmig bei Saracenia, die Spitze des Blattes krugförmig bei Nepenthes, einzelne Abschnitte blasenartig bei Utricularia.

2) Blattranken sind Blätter oder Blatttheile, welche ohne Spreitebildung stielartige Gestalt und die Fähigkeit besitzen, sich um andere Gegenstände spiralig zu rollen, und dadurch zur Befestigung der Pflanze zu dienen (s. auch § 62). Während bei Arten von Clematis diese Funktion von den Laubblättern selbst durch die entsprechende Fähigkeit der Spindel und der Stielchen ausgeübt wird, finden wir bei den Wicken und Erbsen eine Arbeitstheilung derart, daß die vorderen Blättchen des gefiederten

Digitized by Google

Blattes zu Ranken umgebildet sind (Fig. 15 *C rf*); bei Lathyrus Aphaca ist dies für alle Blättchen der Fall; hier übernehmen die Nebenblätter die Funktion der Laubblätter.

3) **Blattdornen** sind Blätter oder Blatttheile, welche sich in spitze, harte, verholzte Körper, Dornen (spinae) umbilden. Dornige Zähne finden sich schon an echten Laubblättern (z. B. Ilex, Disteln), zu einem bleibenden Dorn wird bei Arten von Caragana und Astragalus die Spindel des gefiederten Blattes nach dem Abfallen der grünen Blättchen; die Nebenblätter werden dornig bei Robinia Pseudacacia; endlich ganze Blätter an den Langtrieben von Berberis (Fig. 21).

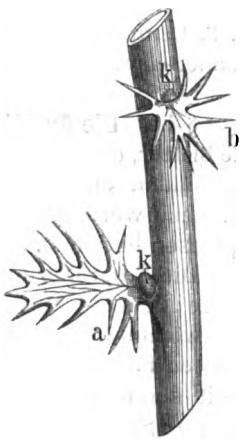


Fig. 21. Blattdornen von Berberis vulgaris an der Basis eines einjährigen Triebes, *a* mit breiter Fläche, *b* mit kleiner Fläche, *k k* Achselknospen (nat. Gr.).

4) **Die Niederblätter oder Schuppen** sind bleich oder bräunlich, einfach gebaut, ohne vorspringende Nerven, meist mit breiter Basis inserirt. Es sind zum Theil Scheidentheile von Blättern, deren Spreiten verkümmern, zum Theil ganze Blätter, welche auf einer frühen Entwickelungsstufe stehen bleiben. Sie finden sich regelmäßig an unterirdischen Stämmen, Rhizomen (s. unten § 12, Fig. 22 und 23 *n*), z. B. auch die Zwiebelschalen, aber auch an oberirdischen. Manche nicht grünen Pflanzen (z. B. Orobanche, Neottia) tragen überhaupt außer den Blüthentheilen nur Schuppenblätter. Ihre weiteste Verbreitung an oberirdischen Stammgebilden besitzen sie in der Gestalt der **Knospenschuppen** unserer Holzgewächse, unter denen sie nur wenigen (Rhamnus Frangula, Cornus sanguinea, Viburnum Lantana) völlig fehlen.

Auch hier läßt sich eine Stufenreihe in der Ausbildung, von vollkommenen Laubblättern ausgehend, in folgender Weise herstellen:

a) die Knospenschuppen sind die Nebenblätter von Blättern mit entwickelter Spreite, also nur Theile von Laubblättern: Alnus, Liriodendron.

b) die Knospenschuppen sind die Scheidentheile oder Nebenblätter von Blättern, deren Spreite verkümmert, ersteres z. B. bei Ahorn, Esche, Roßkastanie, letzteres z. B. bei Eiche, Buche; an der Grenzregion kommen schwach entwickelte Spreiten vor.

c) die Knospenschuppen sind ganze Blätter, welche auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, z. B. bei Syringa, den Abietineen.

5) **Die Hochblätter** sind hauptsächlich charakterisirt durch ihre Lage in der Grenzregion zwischen den Laubblättern einerseits und den Fortpflanzungsorganen oder den diese tragenden Blättern andererseits; sie unterscheiden sich von den Laubblättern bald durch geringere Größe, bald durch Zurücktreten der grünen Färbung oder Auftreten anderer Farben. Beispiele hierfür finden wir schon bei manchen Moosen an jenen Blättern, welche die Sexualorgane umgeben, bei Equisetum, Lycopodium clavatum u. a. an den kleinen bleichen Blättern unter der eigentlichen Blüthe; sehr verbreitet sind sie in der Blüthenregion der Phanerogamen, wo sie nicht bloß als Deck- oder Vorblätter den Blüthen vorhergehen (z. B. Spelzen der

Digitized by Google

Gräser); sondern es sind strenge genommen auch die meisten Perigonblätter dieser Kategorie zuzurechnen.

6) Die Blätter, welche selbst die Fortpflanzungsorgane tragen und im Zusammenhang damit bestimmte Gestalt annehmen. Von den fertilen Blättern der meisten Farne, Lycopodium, Selago, welche im Übrigen den Laubblättern völlig gleich gestaltet sind, giebt es wiederum alle Übergänge bis zu den eigenartigen fertilen Blättern (oder Blattheilen) gewisser Farne (z. B. Osmunda), von Equisetum, den meisten Lycopodien, sämmtlichen Phanerogamen (Staub- und Fruchtblätter).

§ 12. **Die Ausbildungsformen der Sprosse.** Bevor wir ähnlich, wie für die Blätter, die charakteristischen mit Funktion und Lebensweise zusammenhängenden einzelnen Sproßformen schildern, müssen zwei Punkte besprochen werden, die sich auf den Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers aus Sprossen beziehen.

Die Vergrößerung des Pflanzenkörpers erfolgt nämlich entweder durch unbegrenzte Weiterentwicklung des nämlichen Sprosses mit oder ohne Verzweigung; so verhalten sich z. B. manche pleurokarpische Moose, die meisten Farne, die Nadelhölzer und viele andere. Oder aber ein Sproß stellt seine Weiterentwicklung ein, ist begrenzt, während ein oder mehrere Seitenzweige den Aufbau des Pflanzenkörpers nach cymösem Typus fortsetzen; dieselben können allgemein als Erneuerungssprosse bezeichnet werden. Die Begrenzung der jeweiligen Sprosse ist vielfach durch die Bildung der Fortpflanzungsorgane gegeben, so z. B. bei den akrokarpischen Moosen, deren Stämmchen an der Spitze mit Bildung der Fortpflanzungsorgane ihre Entwicklung abschließen, während ein Erneuerungssproß das Wachsthum der Pflanze fortsetzt; so verhalten sich viele sog. einachsige Pflanzen, deren erste »Achse« (Sproß) mit einer Blüthe abschließt. Es tritt das Nämliche aber auch an dem Aufbau rein vegetativer Pflanzenkörper ein; die Stämmchen von Hylocomium splendens, einem pleurokarpischen Laubmoos, schließen mit jedem Jahre ihr Längenwachsthum ab; in der Nähe ihres Grundes erscheint der Erneuerungssproß; die Keimpflanzen der Linden und Ulmen bilden schon am Ende des ersten Jahres keine Terminalknospe aus, sondern die Fortsetzung geschieht durch die oberste Seitenknospe.

Eine zweite, für den Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers wichtige Thatsache ist die bei vielen Pflanzen vorhandene Differenz zwischen Langtrieben, welche durch ausgiebiges Längenwachsthum die Vergrößerung des Pflanzenkörpers herstellen, und Kurztrieben, welche eine nur verhältnismäßig geringe Längenentwicklung erfahren, gewöhnlich viel kürzere Internodien besitzen, sich nicht oder kaum verzweigen, häufig auch von kürzerer Lebensdauer sind. Diese Differenzirung finden wir schon bei Rhodophyceen unter den Algen, sehr deutlich bei Sphagnum und einigen anderen Moosen, bei Larix und Pinus, auch Taxodium unter den Coniferen, bei vielen Angiospermen.

Bei der Lärche sind die Kurztriebe die sog. Nadelbüschel, welche in der Achsel vorjähriger Blätter eines Langtriebes stehen, sich jedes Jahr nur ganz wenig ver-

Digitized by Google

längern, aber unter Umständen in einen Langtrieb übergehen können. Bei der gemeinen Kiefer tragen diese Kurztriebe außer einigen Schuppenblättern nur zwei grüne nadelförmige Blätter, entstehen in der Achsel schuppenförmiger Blätter am Langtrieb des gleichen Jahres, und fallen nach dem Ableben ihrer Blätter ab. Bei Laubhölzern finden wir deutliche Kurztriebe z. B. bei Berberis, an den Apfel-, Birnbäumen u. dgl. als sog. »Tragholz«, welches allein Blüthen und Früchte trägt, und sonst vielfach.

Die Ausbildung der Sprosse ist außerordentlich mannigfaltig; sie ist zum Theil durch die Ausbildung ihrer Blätter bedingt, und man kann z. B. als Laubsprosse solche bezeichnen, welche nur Laubblätter tragen und dadurch im Gegensatz zu anderen der gleichen Pflanzen stehen, welche nur Niederblätter oder Hochblätter tragen; doch ist eine derartige Unterscheidung nicht allgemein durchführbar. Von den verschiedenen Formen seien folgende als die wichtigsten und charakteristischsten angeführt:

1) Die krautigen Stämme, gewöhnlich Stengel (caulis) genannt, von kurzer, meist einjähriger Lebensdauer; sie sind bald die einzige vegetative Sproßform des ganzen Pflanzenkörpers, so bei den Getreidearten, Tabak, Hanf, bald treten sie als Zweige oder Theile der unten zu besprechenden Rhizome auf.

Ihrer Lage nach können sie unterschieden werden in aufrechte, niederliegende, kriechende, d. h. ihrer Länge nach bewurzelte (Fig. 23 *E*), kletternde, d. h. an aufrechtem Substrat kriechende, z. B. der Epheu, und windende (oder schlingende), d. h. solche, welche, mit Laubblättern und Blüthen versehen, sich um aufrechte Stützen aufsteigend emporwinden (Fig. 24 *B*), z. B. Bohne, Hopfen, Winde (Convolvulus), s. auch § 62.

2) Die Stämme (trunci) der Bäume und Sträucher dauern oberirdisch aus. Sie sind bei den Baumfarnen, Cycadeen und vielen Palmen nicht oder wenig verzweigt, bei unseren Nadel- und Laubbäumen reich verzweigt; bei letzteren werden die Blätter an einer vorgebildeten Stelle losgelöst. Die meisten sind aufrecht, doch giebt es auch hier liegende, kriechende und schlingende Stämme.

An den innerhalb einer Vegetationsperiode, eines Jahres entfalteten Sprossen der Bäume, den Jahrestrieben, sind die untersten Internodien, besonders die zwischen den Knospenschuppen befindlichen, sehr kurz, so daß sich die Grenze zweier aufeinanderfolgender Jahrestriebe auch an älteren Zweigen noch leicht an den dichtgenäherten Narben der Knospenschuppen erkennen läßt. Die Endknospe und die Seitenknospen des einzelnen Jahrestriebes bleiben gewöhnlich von dessen Entfaltung an bis zum Beginn der nächsten Vegetationsperiode im Knospenzustande, so daß sich alsdann das Alter eines Verzweigungssystems aus den Graden der Verzweigung ergiebt; bei manchen Bäumen (z. B. Eiche), kommt indeß regelmäßig im Hochsommer ein zweiter vorher im Knospenzustand befindlicher Jahrestrieb (Johannistrieb) zur Entfaltung. Von den Seitenknospen entwickeln sich in der Regel nur die vordersten des Jahrestriebes im folgenden Jahre zu Zweigen (sehr deutlich z. B. die Quirläste der Nadelhölzer); entfalten sich auch weiter rückwärts befindliche Seitenknospen, so nimmt ihre Längenentwicklung mit der Entfernung von der Spitze ab (z. B. Ulme). Während viele Bäume (z. B. Nadelhölzer, Eiche) stets die Endknospe der Jahrestriebe entfalten, tritt bei anderen (stets bei Linde, Ulme, weniger constant bei Buche) eine cymöse Erneuerung durch die oberste Seitenknospe ein.

3) Rhizom (Wurzelstock) nennt man die unterirdisch oder (soweit sie nicht krautig oder holzig sind) dicht über der Bodenoberfläche ausdauernden Sprosse, welche den unterirdischen ausdauernden Pflanzen, Stauden

Digitized by Google

genannt, zukommen. Dieselben sind theils unbegrenzt, theils begrenzt. Erstere wachsen stets an ihrer Spitze weiter und tragen entweder nur Laubblätter (so unsere einheimischen Farne) oder in periodischem Wechsel Laub- und Niederblätter (Fig. 22 *A*, *l*, *n*), aus deren Achseln Stengel entspringen, oder nur Niederblätter, und in deren Achseln Stengel mit Laubblättern und Blüthen, z. B. Einbeere. Die Mehrzahl ist jedoch begrenzt, indem die Spitze eines jeden Jahrestriebes sich in den oberirdischen Stengel fortsetzt, während aus einer Blattachsel an dessen Grunde ein oder mehrere Erneuerungssprosse entspringen. Bleiben die älteren Theile des Rhizoms längere Zeit erhalten, so bilden diese ein Sympodium (Fig. 22 *B*); sterben dieselben aber rasch ab, so erscheint jeder Jahrestrieb wie ein einzelnes Individuum (z. B. Ranunculus acer, Neottia). Durch eine größere Anzahl gleichzeitiger kurzer Erneuerungssprosse wird die Rasenbildung vieler Gräser

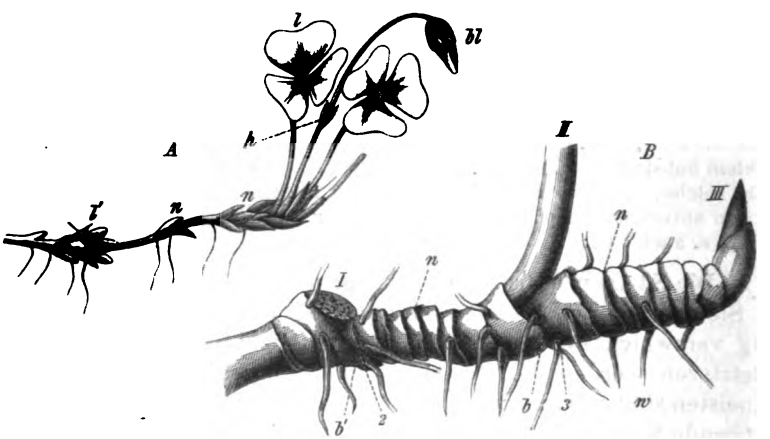


Fig. 22. *A* Unbegrenztes Rhizom des Sauerklees, Oxalis Acetosella; *n* Nieder-, *l* Laubblätter, *l'* Reste älterer Laubblätter; *bl* Blüthe; *h* Hochblätter. *B* Begrenztes Rhizom von Polygonatum officinale; *I* Narbe des vorjährigen Stengels; *II* diesjähriger Stengel, oberer Theil des Sprosses *2*; *III* Knospe des nächstjährigen Stengels, Fortsetzung des Sprosses *3*; *n* Niederblätter, *b* und *b'* Blätter, aus deren Achseln die Erneuerungssprosse *2* und *3* entspringen; *w* Wurzeln.

und Halbgräser hervorgebracht. Die Erneuerungssprosse bewurzeln sich in den meisten der genannten Fälle selbständig; sie können aber auch mit der ursprünglichen Pfahlwurzel in Zusammenhang bleiben (z. B. Anemone Pulsatilla).

An die Rhizome schließen sich als besondere Formen:

a) Knollen (tubera) sind fleischig angeschwollene Theile von Rhizomen mit nur kleinen schuppenförmigen Blättern; sie sind zum Theil die ruhenden Spitzen von Erneuerungssprossen, so die Knollen der Kartoffel, auch von Helianthus tuberosus (Fig. 23 *A*); zum Theil Anschwellungen am Grunde älterer Sprosse, welche die Nahrung für den Erneuerungssproß aufspeichern, z. B. Herbstzeitlose (s. unten Fig. 198).

b) die Zwiebel (bulbus) besteht aus einem flachen kuchenförmigen Stammtheile (Fig. 23 *Bk*) mit zahlreichen dichtgestellten engzusammenschließenden Blättern (*z*); der Stamm verlängert sich später zum Stengel, während ein oder mehrere ebenfalls zwiebelförmige Erneuerungssprosse (*kn*) sich bilden, z. B. Küchenzwiebel, Tulpe.

Digitized by Google

c) **Ausläufer** (**stolones**) nennt man verlängerte Seitenzweige, welche in einiger Entfernung von der Mutterpflanze sich bewurzeln und durch Absterben des zwischenliegenden Stückes neue Individuen bilden; sie sind theils ober- (Fig. 23 *D*), theils unterirdisch, tragen bald Niederblätter, bald (z. B. Hieracium Pilosella) Laubblätter; der Mehrzahl nach sind es langgestreckte Erneuerungssprosse; sie kommen jedoch auch an unbegrenzten Rhizomen vor (z. B. Struthiopteris).

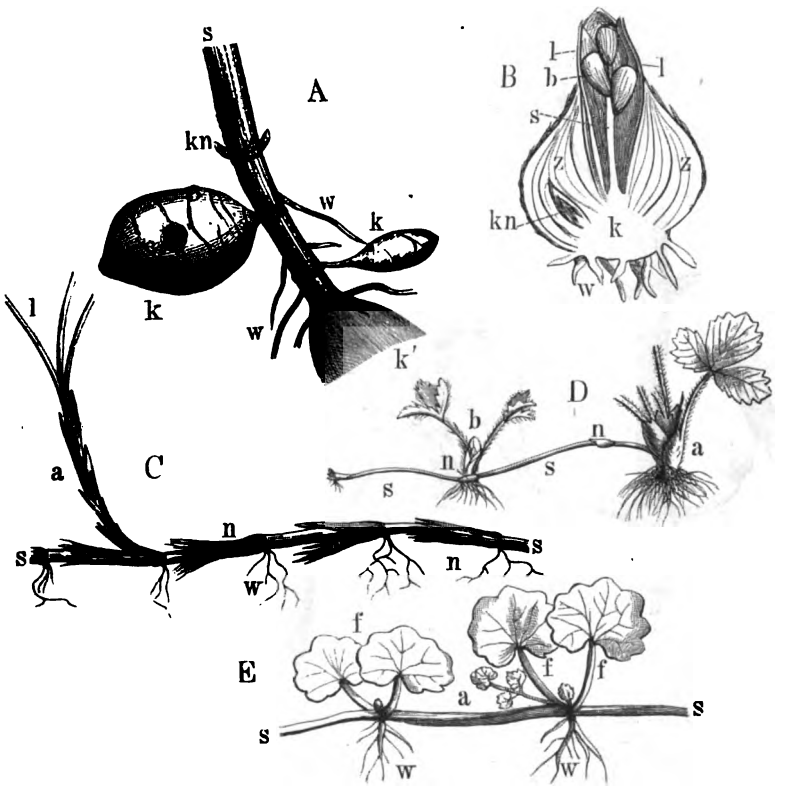


Fig. 23. *A* Knollen von Helianthus tuberosus ($^1/_3$ der nat. Gr.), *s* unterer Theil des Stengels, entsprungen aus der vorjährigen Knolle *k'*; aus den oberen Blattachseln entspringen die Knospen *kn*, aus den unteren die Knollen *k* mit sehr kleinen Schuppenblättern und Seitenknospen. — *B* Zwiebel der Gartenhyazinthe, Hyacinthus orientalis (etwas verkleinert); *k* der Stammtheil (Kuchen) der Zwiebel, *s* die Schuppenblätter (Zwiebelschalen), *s* der sich später streckende oberirdische Stengel (Blüthenschaft) mit Blüthenknospen *b*; *l* Laubblätter, *w* Wurzeln; *kn* Erneuerungssproß. — *C* gestrecktes Rhizom der Sandsegge, Carex arenaria ($^1/_3$); *n* Schuppenblätter des Rhizoms *s*; *a* aufrechter Sproß mit Schuppen- und Laubblättern (*l*). — *D* Ausläufer der Erdbeere (verkleinert), entspringend an der Pflanze *a*, mit Niederblättern *n*. — *E* kriechender Stengel der Gundelrebe Glechoma hederacea (etwas verkleinert), *ff* die Blätter, welche decussirt stehen; die Internodien sind gedreht; *a* Achselsproß, *w* Wurzeln.

7) **Brutknospen** sind Knospen von oft zwiebelartiger Beschaffenheit, welche nach ihrer Loslösung von der Mutterpflanze sich bewurzeln und zu neuen Individuen werden, z. B. bei der Feuerlilie, bei Dentaria bulbifera, in den Blüthenständen von Allium-Arten. Bei den Abarten einiger Gräser z. B. Poa bulbosa, bilden sich solche Brutknospen an Stelle der Blüthen aus und gelangen durch Abwelken der Stengel auf den Erdboden.

Digitized by Google

8) Ranken (cirrhi) sind Zweige mit kleinen schuppenförmigen Blättern, welche sich ebenso wie die analog umgebildeten Blätter (s. oben S. 26) um dünne fremde Körper spiralig rollen (Fig. 24 *A*), z. B. beim echten und wilden Wein, der Passionsblume u. a. (s. auch § 62).

9) Dornen (spinae) sind spitze harte Körper, analog den Blattdornen (s. oben S. 27), aber durch die an ihnen entspringenden Blätter als

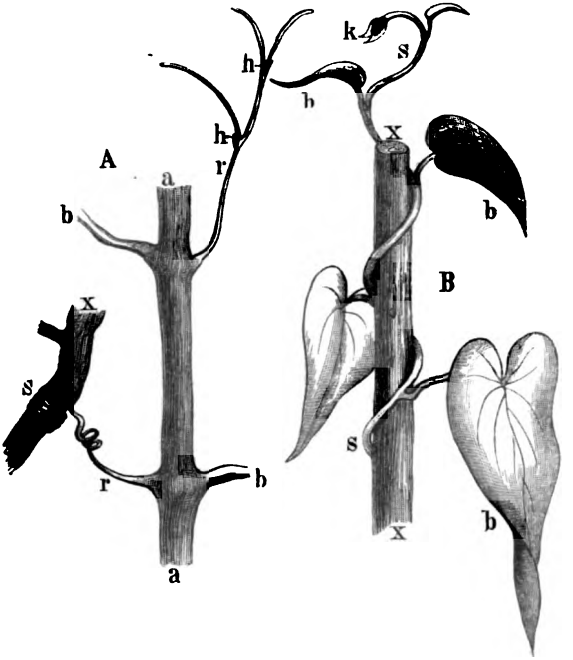


Fig. 24. *A* Stück des Stammes der Weinrebe (1/3 nat. Gr.) mit zwei Ranken *rr*, die obere trägt kleinere Blätter *h* und verzweigt sich; die untere hat eine Stütze *x* erfaßt und sich spiralig aufgerollt; *bb* Blattstiele; die Ranken sind hier Zweige, welche den Blättern gegenüber zu stehen scheinen. *B* Windender Stengel von Ipomoea, *s*, mit den Blättern *b* und der Knospe *k*; *xx* die Stütze.

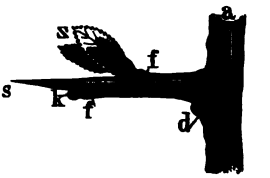


Fig. 25. Zweigdorn der Schlehe, Prunus spinosa. *a* Ast, *d* Blattnarbe, aus deren Achsel der in die Dornspitze *s* endigende Zweig entspringt; an diesem die Blattnarben *f* und *f*, in deren Achseln der Zweig *s* und die Knospe *k*.

umgebildete Sprosse gekennzeichnet (Fig. 25). Sie nehmen bald das Ende von Zweigen ein, die vorher Laubblätter erzeugt haben, z. B. Rhamnus cathartica, bald sind es Kurztriebe, die schon von Anfang an lediglich Dornen sind (z. B. Crataegus coccinea), sich auch aus der Achsel schuppenförmiger Blätter wieder dornig verzweigen können (Gleditschia).

10) Stämme mit unterdrückter Blattbildung übernehmen die Funktion der Laubblätter durch ihre reichlichere Grünfärbung und häufig größere Oberflächenentwicklung; letzterer Charakter fehlt noch den auffallend kleinblätterigen Sprossen von Equisetum, Psilotum, Ephedra, kommt aber schon in verschieden hohem Maße den Cacteen zu, deren Stämme säulenartig, kugelförmig bis bandartig flach gestaltet sind; ähnliches findet sich bei manchen Euphorbien, Stapelia; auch bei den Papilionaceen schließen sich an kleinblätterige Cytisus die bandartig flachen Stengel der Genista sagittalis.

Digitized by Google

Ähnliche blattartige Sprosse, welche als Kurztriebe an gestreckten Stengeln stehen, werden Phyllocladien genannt (Fig. 26 *p*). Sie sehen durch dorsiventrale Gestalt und Nervatur den Laubblättern sehr ähnlich, entspringen aber aus Blattachseln und tragen selbst Blätter (Fig. 26 *d*); am bekanntesten sind sie bei Ruscus und Phyllanthus.

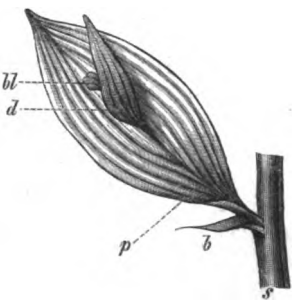


Fig. 26. Phyllocladium von Ruscus Hypoglossum (fast natürl. Grösse); *s* Stengel, *b* Tragblatt des Phyllocladiums; *d* Blatt des letzteren mit Blüthen (*bl*) in der Achsel.

11) Als Blüthen werden Sprosse bezeichnet, welche direkt oder an ihren Blättern die Fortpflanzungsorgane tragen und hiermit ihre Entwicklung abschließen. In diesem Sinne finden sich Blüthen bei vielen Moosen, ferner bei den Equiseten, den meisten Lycopodiaceen und beinahe sämmtlichen Phanerogamen.

§ 13. **Wurzeln** sind nach der botanischen Ausdrucksweise nicht, wie im gewöhnlichen Leben, alle unterirdischen Pflanzentheile, sondern, wie bereits oben S. 15 angegeben, nur jene Glieder, welche endogen entstehen, keine Blätter erzeugen und an ihrem Scheitel von einem eigenthümlichen Gewebe, der Wurzelhaube (Fig. 27 *h*), umgeben sind. Die äußersten Schichten der Wurzelhaube werden abgestoßen, während vom Scheitel her fortwährend neue zugefügt werden. — Die Wurzeln kommen nur bei Gefäßpflanzen vor, unter denen nur sehr wenige ihrer entbehren, z. B. Salvinia, Lemna arrhiza. Haupt- oder Pfahlwurzel heißt bei den Phanerogamen die Wurzel, welche am jungen Keimpflänzchen am hinteren Ende von dessen Stämmchen gebildet wird; sie bleibt bei den Monocotyledonen (z. B. Gräsern) klein; nur bei den Dicotyledonen (wohin z. B. Bohne, Tabak, Hanf, Eiche gehören) und Nadelhölzern erreicht sie eine im Verhältnis zur übrigen Pflanze stehende mächtige Entwickelung. Alle übrigen Wurzeln, die Seiten- oder Nebenwurzeln, entstehen seitlich aus dem Stamme oder aus Wurzeln, z. B. aus der Hauptwurzel oder aus anderen Nebenwurzeln, zuweilen auch aus Blättern. Sie entstehen immer aus einer inneren Gewebeschicht und durchbrechen das äußere Gewebe. Aus anatomischen Gründen (s. § 33) sind die Seitenwurzeln in Längsreihen an der Mutterwurzel angeordnet; später treten jedoch zuweilen zwischen diesen noch zahlreiche adventive Wurzeln an beliebigen Stellen auf.

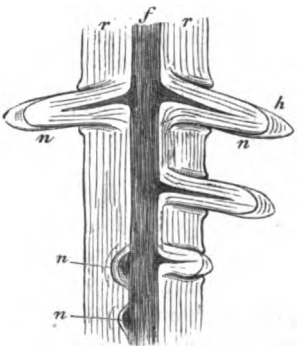


Fig. 27. Seitenwurzeln (*n*), aus dem Pericambium der Hauptwurzel von Vicia Faba entspringend (Längsschnitt, 5mal vergr.); *f* Fibrovasalstrang, *r* Rinde der Hauptwurzel; *h* Wurzelhaube der Seitenwurzeln.

Die ursprüngliche Form der Wurzeln ist die fadenförmig zylindrische; nur solche Wurzeln, welche ein nachträgliches Dickenwachsthum erfahren und dabei saftig wer-

Digitized by Google

den, erhalten Spindelform (z. B. Rüben) oder knollige Anschwellungen (z. B. Dahlia). Physiologisch ausgezeichnete Formen sind die Luftwurzeln vieler tropischer Pflanzen (besonders von Orchideen, Araceen), welche den auf hohen Bäumen u. dgl. lebenden Gewächsen zur Befestigung und Wasseraufnahme dienen, und die Saugwurzeln mancher Schmarotzerpflanzen, wie z. B. der Flachsseide, Cuscuta, welche in das Gewebe der Nährpflanze eindringen.

§ 14. Die **Haargebilde** oder **Trichome** sind dadurch charakterisirt, daß sie aus der Oberhaut oder auch aus den äußeren Schichten eines Gliedes hervorgehen und im Vergleiche mit den Zweigen und Blättern eine ganz untergeordnete Rolle im Aufbau des Pflanzenkörpers spielen; sie erscheinen theils in der Form der unten (§ 36) näher zu beschreibenden eigentlichen Haare, theils als Stacheln (aculei) (Fig. 28), z. B. an Brombeersträuchern, Rosen; diese sind nicht Umwandlungen bestimmter Glieder (Stengel oder Blätter), wie die oben S. 27 und 32 erwähnten Dornen (spinae), sondern Anhangsgebilde, welche in gleicher Weise am Stamm wie an den Blättern auftreten; an ihrer Bildung betheiligen sich außer der Oberhaut auch tiefere Schichten.

Fig. 28. Stacheln am Stengel der Rose (nat. Gr.).

Die gewöhnlichen Haare (pili) sind theils einfach, theils gegliedert (articulati), sternförmig (stellati), Borsten (setae), d. h. lange Gewebekörper, Drüsenhaare (glandulosi). Je nach der Art und Dichte der Behaarung heißt ein Pflanzentheil flaumig (pubescens), z. B. die Blüthenschäfte der Schlüsselblume, zerstreuthaarig (pilosus), z. B. Blätter der Sonnenrose, rauhhaarig (hirsutus), z. B. Waldvergißmeinnicht. Myosotis silvatica; steifhaarig (hirsutus, setosus), z. B. Borretsch, Echium, zottig (villosus), z. B. Anemone Pulsatilla, wollig (lanatus, lanuginosus), z. B. Stachys germanica, filzig (tomentosus), z. B. Blätter von Petasites niveus und spurius, seidenhaarig (sericeus), z. B. Blätter von Salix alba. Fehlt die Behaarung ganz, so heißt der Pflanzentheil kahl (glaber, calvus).

§ 15. Der **Thallus**, welcher den niedriger organisirten Pflanzen, aber auch einigen höheren (z. B. Lemna) zukommt, stellt die einfachste Form des Sprosses vor, an welchem die seitlichen Bildungen nicht so scharf ausgeprägt sind, daß wir sie als Blätter bezeichnen können. Wurzeln können (Lemna) vom Thallus entspringen; bei den niederen Pflanzen wird deren Funktion häufig (z. B. Lebermoose) von Haaren übernommen, welche dann Rhizoiden genannt werden, oder von bestimmten Auszweigungen des Thallus selbst. Dieses letztere Verhalten führt schließlich hinüber zu jenen einfach gebauten Pflanzenkörpern, wo eine Verschiedenheit der Auszweigungen des Thallus überhaupt nicht mehr vorhanden ist und selbst die Fortpflanzungsorgane an denselben Theilen entstehen, welchen die Funktion der Ernährung zukommt (so bei vielen Pilzen).

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Die innere Struktur (Anatomie).

§ 16. Die im vorigen Theile geschilderten Glieder des Pflanzenkörpers stimmen in ihrem inneren Bau darin untereinander überein, daß sie sämmtlich aus Zellen bestehen oder aus solchen Gebilden, welche durch Veränderung von Zellen entstanden sind. Die Pflanzentheile lassen ihren zelligen Bau leicht erkennen, indem man schon bei schwacher Vergrößerung auf einem Schnitt zahlreiche Hohlräume wahrnimmt, die von festen Wänden getrennt werden. Manchmal gelingt es, die hier zu einem festen Gewebe verbundenen Zellen durch bloßen Druck von einander zu trennen, z. B. in den reifen Schneebeeren (den Früchten von Symphoricarpus racemosa): hier erscheinen sie dann als geschlossene, mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen. Gewisse Zellen kommen immer isolirt vor; so besteht z. B. der Blüthenstaub aus lauter einzelnen Zellen. Die Form und Ausbildung sowie die Verbindung der einzelnen Zellen in einem Gewebe, somit auch die Beschaffenheit des ganzen Gewebes ist aber sehr verschieden; man überzeugt sich schon beim Zerreißen eines beliebigen Pflanzentheils von dem Vorkommen faseriger, strangartiger Gewebe zwischen einer weicheren Masse; da die Verschiedenheit der Gewebe in der verschiedenen Ausbildung der Zellen begründet ist, ist es nöthig, zuerst die einzelne Zelle für sich zu betrachten und erst in einem zweiten Kapitel die Gewebe.

Erstes Kapitel.

Die Zelle.

§ 17. **Theile und Form der Zelle.** An der hinreichend entwickelten lebenden Zelle (Fig. 29 *C*, *D*) unterscheiden wir, von außen nach innen aufeinanderfolgend, drei Hauptbestandtheile:

1) eine feste, elastische, allseitig geschlossene Haut, die Zellhaut Zellwand, Membran, Fig. 29 *C*, *D*, *h*), welche aus einem ihr eigenthümlichen Stoffe, der Cellulose, besteht;

2) eine dieser innen anliegende, ebenfalls allseitig geschlossene Schicht aus weicher Substanz, welche immer eiweißartige Stoffe enthält, das Protoplasma (Fig. 29 *C* und *D*, *p*); diesem eingebettet findet sich bei allen höheren Pflanzen der Zellkern (Fig. 29 *C* und *D*, *k*);

3) eine wässerige Flüssigkeit, welche den vom Protoplasmakörper umschlossenen Hohlraum ausfüllt, den Zellsaft (Fig. 29 *C*, *s*).

Digitized by Google

Dieselben Zellen, an welchen wir eben diese drei Theile unterscheiden lernten, haben aber im jüngeren Zustande, so lange sie noch viel kleiner sind (Fig. 29 *A*), ein anderes Aussehen; hier erfüllt das Protoplasma die ganze Zelle; der Zellsaft stellt sich erst im Verlaufe der Entwickelung ein (Fig. 29 *B*), anfangs in Form von kleinen Tropfen, welche Vacuolen genannt werden (Fig. 29 *B*, *s*). Diese wachsen, während die ganze Zelle an Umfang zunimmt, allmählich an und fließen miteinander zusammen, indem die sie trennenden Protoplasmabänder in die wandständige Schicht zurückfließen.

Hiermit haben dann die hier betrachteten Zellen, welche als Beispiel für die in vielen saftigen Pflanzentheilen, als Früchten, Rinden von Stengeln und Wurzeln vorkommenden gelten können, ihren definitiven Zustand erreicht, in welchem sie bis zum Tode des betreffenden Organs verbleiben. Andere Zellen, wie z. B. die des Holzes, des Korkes, durchlaufen denselben Zustand, verändern sich aber noch weiter, indem Zellsaft und Protoplasma schwinden und sich zuletzt nur Luft oder Wasser innerhalb der Membran vorfindet. Während nun aber die ersteren, mit Protoplasma ausgestatteten Zellen im stande sind, diosmotische und chemische Prozesse zu unterhalten, unter besonderen Umständen neue Zellen zu erzeugen, d. h. kurz zusammengefaßt, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Funktionen nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplasmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja es giebt Zellen, welche in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplasmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäußerung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 47 *B*). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplasmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, daß sowohl die Membran, als der Zellsaft Produkte der Thätigkeit des Protoplasma sind. Man hat

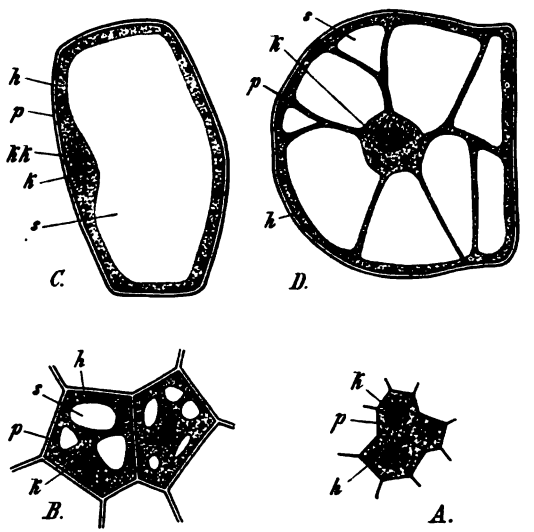


Fig. 29. Zellen mit ihren Hauptbestandtheilen, *C* und *D* isolirt aus dem Fruchtfleische von Symphoricarpus racemosa, im Durchschnitt gesehen, *C* mit wandständigem, *D* mit aufgehängtem Zellkern (100mal vergr.). *A* aus einem sehr jungen, *B* aus einem etwas älteren Fruchtknoten der gleichen Pflanze (300mal vergr.); *h* Zellhaut; *p* Protoplasma; *k* Zellkern; *kk* Kernkörperchen; *s* Zellsaft.

Digitized by Google

daher das Wesen der Zelle dadurch auszudrücken gesucht, daß man sie als einen lebendigen Protoplasmakörper bezeichnet, der sich gewöhnlich mit einer festen Haut umgiebt und Saft in sich aufnimmt.

So verschiedenartig die innere Ausbildung der Zellen ist, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Größe und Gestalt. Während einzelne Zellen so klein sind (etwa 0,001 mm im Durchmesser), daß man selbst mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, erreichen andere eine bedeutende Größe (etwa 0,1 bis 0,5 mm), so daß sie selbst mit bloßem Auge unterscheidbar sind (z. B. im Mark von Dahlia, Impatiens, des Hollunders, Sambucus); manche wachsen zu einer Länge von mehreren Centimetern an, wie z. B. die Haare der Baumwolle; einzelne endlich, nämlich bei einigen Algen, wo das ganze Individuum von der einzigen Zelle gebildet wird, nehmen noch größere Dimensionen an.

Die Gestalt solcher Zellen, welche das ganze Pflanzenindividuum vorstellen, ist oft ziemlich regelmäßig rundlich, eiförmig oder schlauchförmig; sie kann aber auch die reichste Gliederung erfahren, indem verschiedene Ausstülpungen einer und der nämlichen Zelle ganz verschiedene Formen annehmen. Bei den hochorganisirten Gewächsen bestehen die verschiedenen Organe aus sehr verschiedenen Zellen, und selbst in demselben Organ findet man dicht nebeneinander verschieden geformte und mit verschiedenem Inhalte versehene Zellen, weil eben innerhalb eines Organs noch verschiedene Lebensverrichtungen nöthig sind. Die Zellen sind hier bald kugelig, oder polyedrisch mit ziemlich gleichen oder wenig verschiedenen Durchmessern (Fig. 29 *C*, z. B. im Mark, in saftigen Früchten, in fleischigen Knollen, wie in der Kartoffel), bald stark in die Länge gezogen, und dabei oft sehr schmal (Fig. 52, z. B. im Holz, die Bastfasern [Flachs], viele Haare, Baumwolle). Gewisse Zellen vereinigen sich oft zu besonderen Organen, indem in ganzen Reihen aneinander stoßender Zellen die dieselben von einander trennenden Querwände aufgelöst werden. So enstehen die sogenannten Gefäße (Fig. 53 *C*); s. § 29 und 31.

§ 18. **Das Protoplasma** besteht hauptsächlich aus Eiweißstoffen, Wasser und geringen Mengen von Aschenbestandtheilen; da es alle Lebensäußerungen und Ernährungsvorgänge der Zelle vermittelt, enthält es natürlich zeitweise in seinem Innern alle übrigen chemischen Bestandtheile die Pflanzenkörpers. Wir unterscheiden zunächst von den bestimmt geformten Theilen derselben, dem Zellkern (§ 19) und den Chromatophoren (§ 20), die Grundsubstanz, das Zellplasma. Dieses erscheint bald homogen, durchsichtig, bald aber auch mehr oder weniger mit Körnchen, Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen erfüllt, und seiner Konsistenz nach als zähe Masse, manchmal steif, selbst fast flüssig, ist aber niemals eine wahre Flüssigkeit. Wo das Protoplasma Körnchen enthält, zeigt es eine äußere körnchenfreie, oft außerordentlich dünne Schicht, die Hautschicht. In seinem Innern sammelt sich ein Theil des Wassers, von dem es durchtränkt ist, als Vacuolen an (Fig. 29 *B*, *s*); diese fließen häufig zusammen zu einem den größten

Digitized by Google

Theil der Zellhöhlung einnehmenden Saftraum (Fig. 29 *D*, *s*), so daß das Protoplasma nur einen der Wand anliegenden Sack, den Primordialschlauch bildet; es können aber von diesem wandständigen Protoplasma auch anastomosirende Fäden ausgehen, die sich in einer, den Zellkern umschließenden, gleichsam aufgehängten Protoplasmamasse vereinigen (Fig. 29 *C*). — Während das lebende Protoplasma in Wasser gelöste Farbstoffe weder aufnimmt, noch durch sich hindurchgehen läßt, hindert das todte Protoplasma die Diffusion derselben nicht, und lagert sie selbst in größerer Menge in sich ein.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen gehören die sichtbaren Bewegungen des Protoplasmas. In vielen Zellen sieht man entweder in den oben erwähnten Fäden Strömchen vom Zellkern aus nach den übrigen Flächen des wandständigen Protoplasmas hin verlaufen (Circulation), oder der ganze Protoplasmasack ist in einer die Zelle umlaufenden Bewegung begriffen (Rotation); nackte Primordialzellen, namentlich die Schwärmzellen und Spermatozoiden, schwimmen lebhaft im Wasser, in welchem sie leben, umher und drehen sich dabei fortwährend um ihre eigene Achse; die sog. Plasmodien der Schleimpilze zeigen eine amöbenartige Bewegung, d. h. die nackte Protoplasmamasse von lappigem Umriß verändert fortwährend ihre Form, indem neue Lappen aus der Masse hervortreten, andere eingezogen werden, und bewegt sich dadurch auch langsam fort; gleichzeitig findet im Innern eine lebhafte Strömung der Körnchen statt.

§ 19. **Der Zellkern** (nucleus) ist stets dem Zellplasma eingelagert und besteht auch aus ähnlicher, aber doch deutlich verschiedener Substanz; er enthält in der Regel in seinem Innern ein oder mehrere kleinere Körnchen, die Kernkörperchen (nucleoli) (Fig. 29 *C*, *kk*). Er besitzt aber außerdem eine besonders bei den Theilungsvorgängen deutlich hervortretende feinere Struktur, indem innerhalb einer dem Zellplasma ähnlicheren Grundmasse, dem Kernplasma, ein Gerüste von fädigen Strängen verläuft, welche einen besonderen Stoff, das Nuclein, enthalten und die zur Nachweisung der Zellkerne verwendeten Farbstoffe aufspeichern. Bei der Theilung sammeln sich diese Stränge zuerst in der Ebene an, in welcher sich nachher die Trennung vollzieht, und weichen dann nach den beiden Polen auseinander (Fig. 30), wo sie sich zu je einem neuen Zellkern vereinigen. Die meisten Pflanzenzellen enthalten nur je einen Zellkern und diese Theilungsvorgänge des Kerns bilden dann die Einleitung zur Theilung der ganzen Zelle; in einigen, z. B. den großen Zellen mancher Algen (Vaucheria) und Pilze (besonders Phycomyceten), sowie in manchen Milchröhren und Bastfasern, kommen zahlreiche Kerne vor, welche sich selbständig vermehren; nur für wenige niedrigste Pflanzen, die meisten Schizophyten, ist eine Nachweisung von Zellkernen bis jetzt

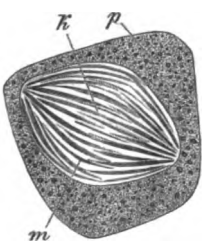


Fig. 30. Zelle aus einem jungen Farnsporangium (Schizaea) mit großem, in Theilung begriffenem Kern *k*; *m* die Richtung, in welcher die Theilung erfolgt, *p* das Zellplasma. 350 mal vergrößert.

Digitized by Google

nicht gelungen. Eine Neubildung von Zellkernen aus dem Protoplasma findet nicht statt, und es sind somit sämmtliche Zellkerne einer Pflanze durch Theilung der anfangs vorhandenen entstanden.

§ 20. Als **Chromatophoren** faßt man bestimmt geformte Theile des Protoplasmas zusammen, welche wenigstens zeitweise mit bestimmten Farbstoffen durchtränkt sind. Gleich den Zellkernen entstehen sie niemals frei aus dem Protoplasma, sondern vermehren sich durch Theilung. Sie fehlen nur den niedrigsten Pflanzen, den meisten Schizophyten, deren Protoplasma, wenn überhaupt, gleichmäßig mit Farbstoff durchtränkt ist. — Sie werden unterschieden in Chloroplasten, Chromoplasten und Leucoplasten.

1. Die wichtigsten sind die Chloroplasten oder Chlorophyllkörper, welche die Träger des im Pflanzenreich so weit verbreiteten grünen Farbstoffes sind. Ihre häufigste, bei den höheren Pflanzen ausschließliche Form ist die der Chlorophyllkörner (Fig. 31). Dieselben bestehen aus einer an sich farblosen protoplasmatischen Grundsubstanz und einer in derselben vertheilten kleinen Quantität grünen Farbstoffes, des Chlorophylls; wird dieses durch Lösungsmittel (z. B. Alkohol) ausgezogen, so bleibt das farblose Korn in Größe und Form unverändert zurück. Die Körner sind stets dem Protoplasma und zwar vorzugsweise der wandständigen Schicht eingebettet, und besitzen meist eine flach scheibenförmige Gestalt. Nicht immer jedoch haben die Chloroplasten die Gestalt von Körnern; bei den Algen kommen insbesondere die mannigfaltigsten Formen, als Kugelschalen, Sterne (Fig. 93), Spiralbänder (Fig. 48 *c l*), Platten (Fig. 93), Netzwerke u. a. vor; auch kommt bei vielen Algen, sowie bei Anthoceros unter den Lebermoosen, jeder Zelle nur je ein Chloroplast zu. Unter dem Einfluß des Sonnenlichtes bilden sich in ihrem Innern Einschlüsse von Stärkekörnern, welche oft so stark anwachsen, daß die Substanz des Chloropyllkornes nur noch als ungemein zarter Überzug der Einschlüsse erkennbar ist (Fig. 32). Im weiteren Verlaufe werden die Chlorophyllkörner wieder zerstört, so in den Zellen der Blätter vor dem Abfallen; es bleiben dann nur kleine gelbe Körnchen zurück. In vielen Fällen wird die grüne Farbe der Pflanzentheile verdeckt durch andere im Zellsafte

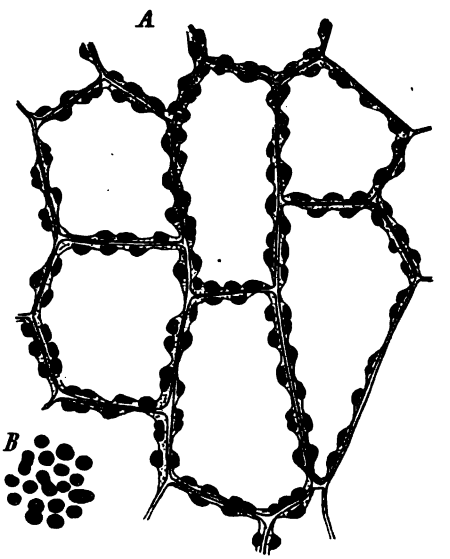


Fig. 31. Chlorophyllkörner im Protoplasma der Zellen eines Farnprothalliums. *A* im optischen Durchschnitt der Zellen; *B* Stück einer Zelle von der Fläche gesehen; einzelne Körner sind in Theilung begriffen (400 mal vergr.).

Digitized by Google

gelöste Farbstoffe, so an den Blättern von Amarantus, der Blutbuche u. a. (s. unten § 26).

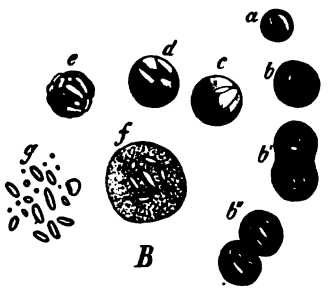


Fig. 32. Einzelne Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen aus dem Blatte von Funaria hygrometrica (550). *a* ein junges, *b* älter, *b'* und *b''* in Theilung begriffen; *c*, *d*, *e* alte Körner, deren Stärkeeinschlüsse fast den ganzen Raum einnehmen; *f* und *g* nach Einwirkung von Wasser, wobei die Substanz des Korns zerstört wird und nur die Stärkeeinschlüsse unversehrt bleiben (nach *Sachs*).

Ihnen schließen sich die Rhodoplasten und Phaeoplasten gewisser Algengruppen an, deren Farbstoff nicht Chlorophyll, sondern ein diesem nahe verwander rother oder brauner Farbstoff ist.

2. Die Chromoplasten entstehen durch Umwandlung der Chloroplasten, wobei sowohl die Gestalt sich ändert, als auch andere Farbstoffe auftreten; sie finden sich vorzugsweise in den Zellen der Blüthen, besonders mit gelber Farbe, z. B. beim Löwenzahn; auch in manchen Früchten, wie des Liebesapfels (Lycopersicum) mit rother Farbe. — Auch die Färbung der gelben Rübe (Daucus Carota) ist durch Chromoplasten bedingt, welche aber direkt aus Leucoplasten hervorgehen. — Die Chloroplasten mancher Nadelhölzer (besonders Biota orientalis) gehen während des Winters periodisch in Chromoplasten mit theilweise rother Färbung über.

3. Die Leucoplasten sind farblos; sie finden sich in den jungen Geweben, wo sie die Jugendzustände der Chloroplasten vorstellen, aber auch in älteren Zellen, wo sie als »Stärkebildner« auftreten und nachträglich in Chloroplasten übergehen können; seltener erscheinen sie als Umwandlungsprodukte von Chloroplasten.

§ 21. **Die Zellhaut** besteht aus Cellulose, Wasser und unorganischen Bestandtheilen. Sie entsteht und wächst durch Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Protoplasma. Ihr Wachsthum findet statt in Richtung der Fläche und andrerseits senkrecht darauf in Richtung der Dicke, und zwar in der Weise, daß zwischen die schon vorhandenen kleinsten Theilchen der Membran neue Substanz eingelagert wird.*)

Durch das Flächenwachsthum wird die Oberfläche der Zellhaut und folglich der Umfang der ganzen Zelle vergrößert, so zwar, daß sich häufig das Volumen der Zelle auf das Hundertfache und darüber steigert; so sind z. B. in einem in der Knospe eingeschlossenen Blatt die dasselbe auch späterhin zusammensetzenden Zellen schon jetzt alle vorhanden, und indem diese sämmtlich ihr Volumen vergrößern, erhält das Blatt seine

*) Diese Art des Wachsthums durch Zwischenlagerung der kleinsten Theilchen wird als Intussusception bezeichnet und ist wesentlich verschieden von der Apposition, d. h. der Auflagerung neuer Theilchen auf die Oberfläche des wachsenden Gebildes, z. B. eines Krystalles. Dieselbe steht im engsten Zusammenhange damit, daß in der Zellhaut, sowie den Stärkekörnern und anderen organisirten Gebilden, die festen Theilchen allseitig von Wasser umgeben gedacht werden müssen.

Digitized by Google

definitive Größe. In den wenigen Fällen, wo das Flächenwachsthum an allen Punkten gleich groß ist, behält die Zelle dabei ihre ursprüngliche Gestalt; gewöhnlich jedoch wächst die Haut an einzelnen bestimmten Partien stärker und so kann z. B. eine anfangs kugelige Zelle würfelförmig, tafelförmig, cylindrisch, schlauch- bis faserförmig u. s. w. werden.

Ebenso ist das Dickenwachsthum der Zellhaut selten gleichmäßig; gewöhnlich nimmt sie an einzelnen Stellen an Dicke mehr zu als an anderen und erhält so Unebenheiten ihrer Fläche. An freiliegenden Zellen oder freien Wänden springen die so entstehenden Erhabenheiten auf der Außenfläche vor in Gestalt von Warzen, Buckeln, Knoten, Stacheln, Leisten u. s. w. (Fig. 33). Die zu Geweben verbundenen Zellen besitzen die Unebenheiten auf der Innenseite der Wand. Bald springen die Erhabenheiten in bestimmter Form gegen das Innere vor, so die ringförmigen (Fig. 34 *r*) und spiraligen (Fig. 34 *s*) Verdickungen gewisser Gefäßwände; bei der sogenannten netzförmig verdickten Wand sind leistenförmige Verdickungen netzartig untereinander verbunden, so daß rundliche oder langgezogene dünne Stellen übrig bleiben; selten finden sich Querbalken, welche von der Wand entspringen, die Höhlung der Zelle durchsetzen und sich mitunter verzweigen. Bald sind aber einzelne, verhältnismäßig kleine Stellen der Wand im Dickenwachsthum gegen die übrigen zurückgeblieben und erscheinen dann von der Oberfläche gesehen als helle Flecken oder Tupfen, gewöhnlich Tüpfel genannt, im Durchschnitt als Kanäle, die je nach der Mächtigkeit der verdickten Wandpartien von kleinerer (Fig. 35 *a*) oder größerer (Fig. 36) Ausdehnung sind. Sehr häufig erscheint der Tüpfel von der Fläche gesehen in Form zweier konzentrischer Kreise oder Ellipsen (Fig. 37 *B*), und zwar deshalb, weil der Tüpfelraum an der Innenseite der Wand eng und an der Außenseite weit ist (Fig. 37 *A*); solche gehöfte Tüpfel finden sich an den Holzfasern der Nadelhölzer (s. Fig. 50), an vielen Gefäßwänden (s. Fig. 37) und auch anderwärts (s. Fig. 49); die treppenförmige Verdickung mancher Gefäßwände beruht auf der regelmäßigen und dichten Anordnung von sehr in die Breite gezogenen gehöften Tüpfeln.

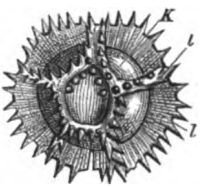


Fig. 33. Verdickungen auf der Außenfläche der Zellhaut. Eine Zelle des Blüthenstaubes von Cichorium Intybus 500 mal vergrößert. Die fast kugelige Oberfläche (*K*) ist mit netzartig verbundenen stacheligen Leisten (*l*) besetzt (nach *Sachs*).

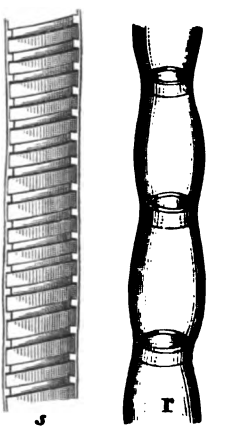


Fig. 34. *r* ringförmige, *s* spiralige Verdickung der Gefäßwände. *r* von außen gesehen, *s* im Längsschnitt (stark vergrößert, schematisch).

Die Zellwand zeigt, in manchen Fällen sehr deutlich, eine feinere Struktur, die daher rührt, daß wasserreichere und wasserärmere Partien regelmäßig abwechseln;

Digitized by Google

es tritt dies auf dem Quer- und Längsschnitt als konzentrische Schichtung (Fig. 36), auf der Flächenansicht als Streifung hervor. Diese Struktur kommt durch nachträgliche Differenzirung in der durch Intussusception wachsenden Wand zu stande; bisweilen kommt es jedoch auch vor, daß vom Protoplasma eine neue Membranschicht auf die bereits vorhandene aufgelagert wird, so z. B. zweifellos in den jungen Sporen und Pollenzellen (s. unten § 27, Fig. 44).

Die dünnen Zellhäute bestehen der organischen Substanz nach in der Regel ganz und gar aus Cellulose, welche durch Jod und Schwefelsäure

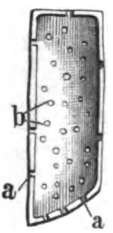


Fig. 35. Eine Zelle mit getüpfelter Wand aus dem Holz (Markstrahl) des Hollers, Sambucus. Sie ist der Länge nach durchschnitten und zeigt an den Seitenwänden die Tüpfel als Kanäle (*a*), an der Hinterwand als rundliche Flecken (*b*). (240mal vergrößert.)

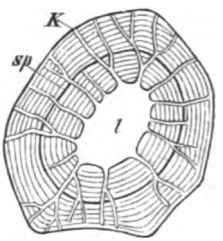


Fig. 36. Tüpfelkanäle. Querschnitt einer Sklerenchymzelle aus der Wurzel von Dahlia variabilis (800mal vergr.). *l* die Zellhöhlung; *k* Tüpfelkanäle, welche hier (sonst selten) verzweigt sind; *sp* ein Sprung zwischen den Schichten der Wand (nach *Sachs*).

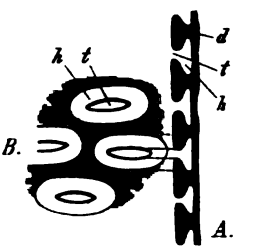


Fig. 37. Gehöfte Tüpfel an der Wand einer Trachee von Helianthus; *A* im Längsschnitt, *B* von der Fläche gesehen; *t* der Tüpfel, *h* der Hof (600mal vergrößert).

eine blaue Färbung annimmt; an dickeren Membranen aber findet man sehr häufig, daß bestimmte Partien, welche schalenartig umeinander gelagert sind, aus veränderter Cellulose bestehen. Diese Veränderungen sind im allgemeinen von dreierlei Art:

1) Die verkorkte (cuticularisirte) Zellhaut ist von Wasser nur sehr schwer durchdringbar, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure gelb (z. B. an Oberhautzellen, Kork, Pollenkörnern, Sporen);

2) die verholzte Haut ist hart, für Wasser leicht durchdringbar, aber ohne bedeutende Aufquellung, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure ebenfalls gelb (z. B. Holzfasern);

3) die verschleimte Zellwand ist im trockenen Zustand hart oder hornartig, nimmt große Mengen von Wasser unter bedeutender Volumvermehrung auf und wird dadurch gallertartig und schleimig; sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure meist blau (z. B. Leinsamen, Quittenschleim).

Diese Veränderungen können entweder einzeln oder selbst mehrere zugleich in den verschiedenen Schichten einer Zellwand vorkommen.

Auch mineralische Stoffe werden beim Wachsthum oft in größerer Menge in die Zellhaut eingelagert, besonders Kalksalze und Kieselsäure, und zwar häufig zwischen die kleinsten Theilchen der Hautsubstanz, so daß sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern beim Verbrennen als ein die Form der Zelle beibehaltendes Skelett zurückbleiben

Digitized by Google

(z. B. die Kieselsäure in den Stengeln der Gräser und Schachtelhalme); der kohlensaure Kalk ist bisweilen in krystallinischer Form (z. B. in der Oberhaut der Urticeen), der oxalsaure Kalk auch in Form von schön ausgebildeten Krystallen vorhanden (s. § 25, Fig. 42).

§ 22. **Die Stärkekörner** sind kleine, meist runde, ovale oder linsenförmige, harte Körnchen, welche aus Stärkesubstanz, Wasser und kleinen Mengen von unverbrennlichen Stoffen bestehen und sich in gewissen Zellen fast aller Pflanzen vorfinden: sehr reich daran sind z. B. die Kartoffelknollen, die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte; aus diesen Pflanzentheilen werden sie durch Auswaschen gewonnen und stellen dann für das bloße Auge ein weißes Mehl dar, welches als Stärke oder Stärkemehl bekannt ist. Die Stärkesubstanz oder Amylum gehört, gleich der Cellulose, zu den Kohlehydraten; es läßt sich jedoch zeigen, daß in jedem Korn zwei Stoffe gemengt sind, von denen der eine, Granulose, sich durch Speichel oder verdünnte Säuren ausziehen läßt, während der andere, Stärkecellulose genannt, als Skelett des Kornes zurückbleibt; erstere wird durch Jod ohne weiteres blau gefärbt. Durch Kochen mit Wasser oder auch durch Behandlung mit Kali, Säuren quellen die Körner sehr stark auf und werden zu Kleister. — Die Substanz des Stärkekorns ist immer um einen Kern geschichtet, und diese Schichtung ist, wie bei den Membranen, der Ausdruck regelmäßiger Abwechslung von wasserreichen und wasserarmen Partien; der Kern ist der wasserreichste Theil des ganzen Korns. Von frühester Jugend an sind die Stärkekörner feste, solide Körperchen; so lange sie wachsen, sind sie immer dem Protoplasma eingebettet, und werden von eigenthümlich geformten Theilen desselben, den oben erwähnten Stärkebildnern, Leucoplasten, ausgeschieden; erst später treten sie in den Zellsaft über. Das Wachsthum findet nicht durch Auflagerung neuer Schichten statt, sondern dadurch, daß zwischen die kleinsten Theilchen neue Substanz eingelagert wird. Außer den einfachen Körnern (Fig. 38 *A*) kommen auch zusammengesetzte vor, welche dadurch entstehen, daß in einem vorhandenen Korne mehrere Kerne mit Schichtensystemen auftreten (Fig. 38 *D*); sind dabei die äußeren, gemeinschaftlich umhüllenden Schichten von

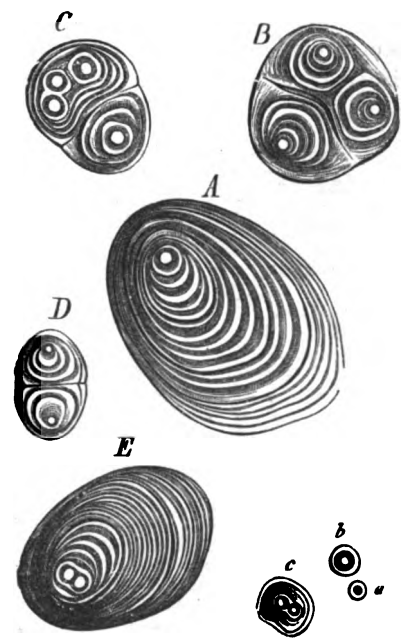


Fig. 38. Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (800). *A* ein älteres einfaches Korn; *B* ein halb zusammengesetztes Korn; *C, D* ganz zusammengesetzte Körner; *E* ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; *a* ein sehr junges Korn, *b* ein älteres, *c* noch älter mit getheiltem Kern (nach *Sachs*).

Digitized by Google

beträchtlicher Dicke, so heißen sie halbzusammengesetzt (Fig. 38 *B*). Durch Druck lassen sich die zusammengesetzten Körner in ihre einzelnen Theilkörner zerlegen. Diesen sehr ähnlich sind die sog. unecht zusammengesetzten Körner, welche durch gegenseitigen Druck zu einem aus mehreren einzelnen Körnern bestehenden Klumpen gleichsam zusammengeklebt sind, wie z. B. die in den Chlorophyllkörnern enthaltenen (Fig. 32). Die Stärkekörner werden in der Pflanze erzeugt, um später beim Wachsthum und Stoffwechsel verbraucht zu werden, und sehr häufig in gewissen Organen (wie Samen, Wurzeln, Knollen) längere Zeit aufgespeichert; wenn sie dann beim Keimen oder Austreiben zur Verwendung gelangen, werden sie wieder aufgelöst. Die Form dieser abgelagerten Stärkekörner ist für die einzelnen Pflanzen charakteristisch; so sind z. B. die der Kartoffel (Fig. 38) exzentrisch-oval, die der Hülsenfrüchte (Fig. 40) konzentrisch-oval, die des Roggen-, Weizen- und Gerstenmehls linsenförmig.

§ 23. **Proteinkörner.** In fettreichen Samen findet man den Zellinhalt in der Weise gruppirt, daß in einer aus Protoplasma und Fett bestehenden Grundmasse kugelige Körnchen von verschiedener Größe, die Protein- oder Aleuronkörner, eingebettet sind. Diese Körner bestehen aus eiweißartiger Substanz und enthalten fast immer Einschlüsse, theils die unten erwähnten Krystalloide (Fig. 39 *C*), theils eigenthümliche runde Körperchen, die Globoide, welche aus einer Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit

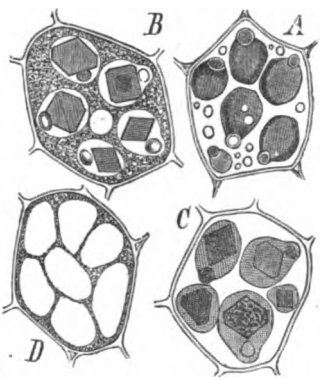


Fig. 39. Krystalloide in den Endospermzellen von Ricinus communis (800mal vergr.); bei *B* und *C* durch Behandlung mit verdünntem Glycerin sichtbar gemacht. *A* in dickem Glycerin; *D* durch Behandlung mit Schwefelsäure ist nur die Grundsubstanz zurückgeblieben. Bei *A*, *B* und *C* ist auch das Globoid sichtbar (nach *Sachs*).

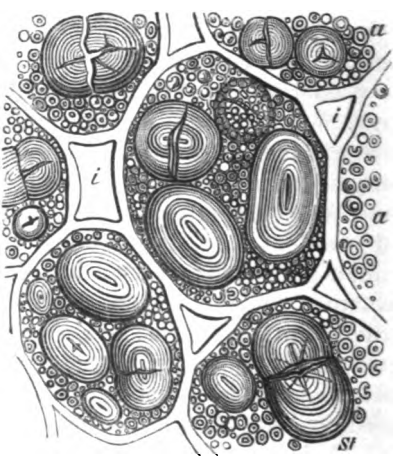


Fig. 40. Proteinkörner (*a*) in den Zellen des Keimes von Pisum sativum; die großen Körner (*St*) sind Stärkekörner (nach *Sachs*).

Kalk und Magnesia bestehen. Diese Einschlüsse kommen je nach den Pflanzenarten einzeln oder zugleich vor. Das in der Grundsubstanz enthaltene Fett wird aus vielen Samen, z. B. Raps, Sonnenrose, Ricinus, durch Auspressen gewonnen. In stärkereichen Samen sind die Zwischenräume zwischen den großen Stärkekörnern von ähnlichen, aber sehr kleinen Körnern ausgefüllt (Fig. 40).

Digitized by Google

§ 24. **Krystalloide.** Bisweilen nimmt ein Theil der eiweißartigen Substanz krystallähnliche Formen an; es bilden sich Körper, welche von ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt sind, und gewissen Krystallen, meist Würfeln, Oktaedern, Tetraedern, Rhomboedern täuschend ähnlich sehen (Fig. 39); sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch von echten Krystallen, daß sie quellbar sind, d. h. unter Einfluß gewisser Lösungen ihr Volumen bedeutend vermehren. Solche Krystalloide finden sich z. B. in manchen Kartoffelsorten, in fettreichen Samen, in rothen Meeresalgen u. s. w.

§ 25. **Krystalle** finden sich sehr häufig in Pflanzenzellen; nur wenige bestehen aus kohlensaurem Kalk, so die krystallinischen Körnchen im Protoplasma der Schleimpilze, und die krystallinischen Einlagerungen der Zellwand bei vielen Urticeen, welche meist besondere, keulenförmig ins Innere der Zelle vorspringende Wandverdickungen einnehmen (Cystolithen). Alle anderen bisher bekannten Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, welcher je nach seinem Gehalt an Krystallwasser in zwei Systemen krystallisirt; dem einen (quadratischen) gehören die Oktaeder (Fig. 41 *k*) an, dem anderen (klinorhombischen) die nadel- und spießförmigen Krystalle, die sog. Rhaphiden, welche besonders bei Monocotyledonen häufig

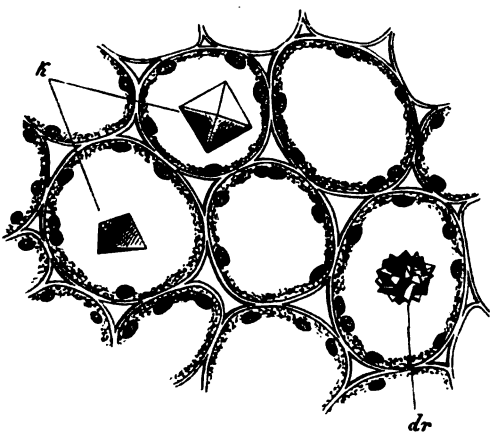


Fig. 41. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Zellen des Blattstiels einer Begonia (200 mal), *k* einzelne Krystalle, *dr* Druse.

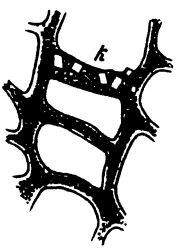


Fig. 42. Krystalle von oxalsaurem Kalk in der Wand der Bastfasern von Cephalotaxus Fortunei (600) (nach *Solms*).

zu großen Bündeln vereinigt vorkommen. Außer einzelnen gut ausgebildeten Krystallen sind auch Drusen (Fig. 41 *dr*) sehr verbreitet. Diese Krystalle finden sich sowohl im Protoplasma, aus welchem sie später in den Zellsaft gelangen (Fig. 41), als in der Membran, besonders bei Nadelhölzern (Fig. 42), sowie auch bei den Flechten auf der freien Außenseite der Zellwände.

§ 26. **Der Zellsaft** durchtränkt die Membran, das Protoplasma, überhaupt alle organisirten Gebilde der Zelle und sammelt sich außerdem im Innern des Protoplasmas zu Vakuolen oder auch zu einem großen Saftraum an; er stellt eine wässerige Lösung verschiedener Stoffe dar; Salze fehlen

Digitized by Google

darin niemals; in gewissen Zellen mancher Pflanzen (z. B. des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe) enthält er sehr viel Rohrzucker, welcher durch Reinigung daraus gewonnen wird; in den Zellen vieler Früchte wie der Weintraube u. a. enthält er viel Traubenzucker. Außerdem finden sich darin Gerbstoffe, in manchen Pflanzen Inulin, Säuren, wie Äpfelsäure in den Äpfeln und anderen Früchten, Citronensäure in den Citronen, ferner die Farbstoffe der meisten rothen und blauen Blüthen (Erythrophyll und Anthocyan), vieler Früchte (z. B. Kirsche, Holler), sowie der rothgefärbten Blätter von Amarantaceen, der Blutbuche u. a. und viele andere Stoffe.

§ 27. Die **Entstehung der Zellen** ist immer an die Existenz bereits vorhandener Zellen gebunden. Eine direkte Bildung von Zellen aus den dazu nothwendigen chemischen Verbindungen, Generatio spontanea oder aequivoca, ist bis jetzt nie beobachtet worden. Das Wesen der Zellbildung besteht darin, daß das Protoplasma einer Zelle, der Mutterzelle, sich ganz oder theilweise neu gestaltet. Da wir das Protoplasma als den wesentlichen Theil der Zelle kennen, und da es sich gerade bei der Zellbildung deutlich zeigt, daß die dabei ins Spiel kommenden Kräfte und Bewegungen ihren Sitz im Protoplasma haben, so ist es für die Vorgänge der Zellbildung vorerst gleichgültig, ob die Tochterzellen eine neue Membran erhalten oder nicht; es ist daher auch eine bloße neue Membranbildung um einen Protoplasmakörper durchaus nicht als Zellbildung zu betrachten, solange nicht dieser selbst eine Neugestaltung dabei erfährt. Wir beobachten bei der Zellbildung häufig bestimmte Veränderungen in den Zellkernen (s. oben S. 38, § 19); es muß aber darauf hingewiesen werden, daß nicht jede Theilung des Kernes als eine Zellbildung aufgefaßt werden darf; daß vielmehr als Zellbildung nur die Entstehung eines individualisirten Protoplasmakörpers zu betrachten ist, mag derselbe einen oder mehrere Kerne enthalten, oder ganz kernlos sein.

Wir können drei verschiedene Typen der Zellbildung unterscheiden, von welchen jedoch die beiden ersten durch mannigfache Übergänge verbunden werden.

I. Bei der Zelltheilung spaltet sich der Protoplasmakörper der Mutterzelle in zwei neue, wobei die Trennungsfläche eine eigenthümliche Struktur (»Zellplatte«) erhält und zumeist in eine neue Membran sich umbildet. Dieser Vorgang kommt in folgenden Modifikationen vor.

1) In wachsenden vegetativen Organen findet eine Fächerung der Zelle statt (Fig. 43), indem alsbald in der Trennungsfläche eine anfangs außerordentlich zarte Membran auftritt; dieselbe erscheint fast immer an allen Punkten der Trennungsfläche gleichzeitig; nur in wenigen Fällen (z. B. Spirogyra, Cladophora) wächst sie ringförmig von außen nach innen. Mit Ausnahme der neugebildeten Membran an der Trennungsfläche werden die neuen Zellen von der bisherigen Zellwand der Mutterzelle umschlossen. War in der Mutterzelle nur ein einziger Kern vorhanden, so beginnt der Theilungsvorgang mit der Theilung des Kerns, welcher entweder schon von vornherein so gelagert war, daß er von der zukünftigen Trennungsfläche quer durchsetzt wird (s. oben Fig. 30), oder sich erst kurz vor

Digitized by Google

Beginn der Zelltheilung in entsprechende Lage bewegt (Fig. 43). Es sind in diesem, weitaus häufigeren Falle Kerntheilung und Zelltheilung zusammengehörige Prozesse. Anders dagegen verhalten sich Zellen mit zahlreichen Kernen (z. B. Vaucheria, Cladophora); hier findet die Zweitheilung der Kerne fortwährend statt; die Abgrenzung zweier neuer Protoplasmakörper dagegen, die Zelltheilung, steht hierzu in keiner Beziehung; die vorhandenen Kerne vertheilen sich auf die beiden neuen Tochterzellen nach Maßgabe ihrer eben vorhandenen Anordnung.

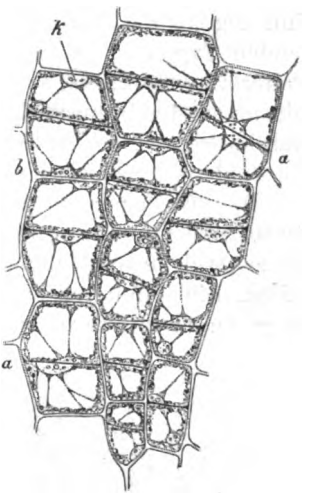


Fig. 43. Zelltheilung in der Rinde des wachsenden Stengels von Vicia Faba (300); bei *a* hat die Theilung eben stattgefunden; der Kern (*k*) liegt noch an der neuen Wand; bei *b* hat er sich schon an die ältere Wand zurückgezogen.

2) Äußerlich, aber nicht dem Wesen nach hiervon verschieden ist die Abschnürung oder Sprossung, wie wir sie bei der Sporenbildung vieler Pilze (s. unten Fig. 123), aber auch bei der Vermehrung vegetativer Zellen der Hefe und anderer Pilze (s. unten Fig. 118) finden. Hier treibt die Mutterzelle zuerst eine Ausstülpung, welche mit ihr nur an einer ganz schmalen Stelle verbunden ist; an dieser verengten Stelle erfolgt nachher die Trennung und die Bildung einer neuen Membran.

3) Auf die Zweitheilung der Zelle läßt sich auch die Viertheilung zurückführen, welche für die Bildung der Sporen bei den Moosen und Pteridophyten, sowie der Pollenkörner der Phanerogamen charakteristisch ist. Diese Viertheilung besteht entweder in einer rasch

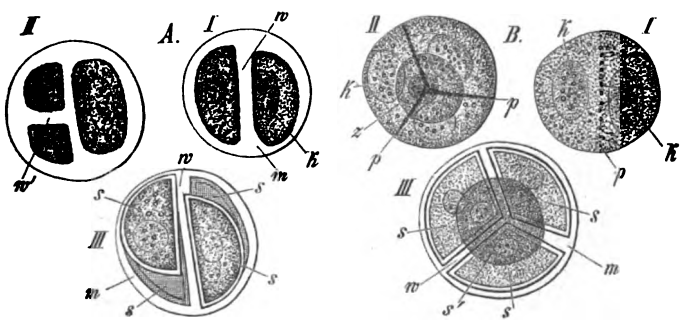


Fig. 44. Viertheilung der Sporenmutterzellen von Farnen. *A* von Schizaea, *B* von Pellaea rotundifolia. *I, II, III*, aufeinanderfolgende Stadien; *k* Zellkern; *p* Zellplatte; *s* Spore; *s'* im Hintergrunde liegende Spore; *m* Wand der Mutterzelle; *w* bei der Theilung entstandene Scheidewände (300 mal vergr.).

wiederholten Zweitheilung (gewöhnlich in der Richtung, daß die drei Trennungsflächen aufeinander rechtwinkelig, nach den drei Richtungen des Raumes angeordnet sind), wobei in den drei Trennungsflächen Zellplatten auftreten und sich in Membranen umwandeln (Fig. 44 *A*).

Digitized by Google

Oder aber die Zellplatte, welche bei der ersten Zweitheilung des Protoplasmakörpers entsteht, wird wieder rückgebildet, während eine neue Zweitheilung der beiden Protoplasmakörper eintritt; nun erfolgt die Membranbildung erst zwischen den vier neuen Protoplasmakörpern, welche bald in einer Ebene liegen, bald (und zwar häufiger) tetraedrisch angeordnet sind (Fig. 44 *B*). Diese Art der Viertheilung bildet den Übergang zum folgenden Typus. Für die hier angegebenen Fälle der Viertheilung ist es weiterhin charakteristisch, daß die vier hierdurch entstandenen Zellen sich mit neuen Membranschichten umgeben (Fig. 44 *III*), und von den letzteren umschlossen, durch Auflösung der Wand der Mutterzelle und der bei der Viertheilung entstandenen Membranen frei werden.

II. Bei der freien Zellbildung gruppirt sich das Protoplasma der Mutterzelle um (gewöhnlich) zahlreiche Centra; diese letzteren sind Zellkerne, welche wohl immer durch wiederholte Zweitheilung sich vermehrt haben. Die Zellplatten und damit die Membranen entstehen somit hier nicht zwischen einem Paare von Schwesterzellen, sondern zwischen Protoplasma-

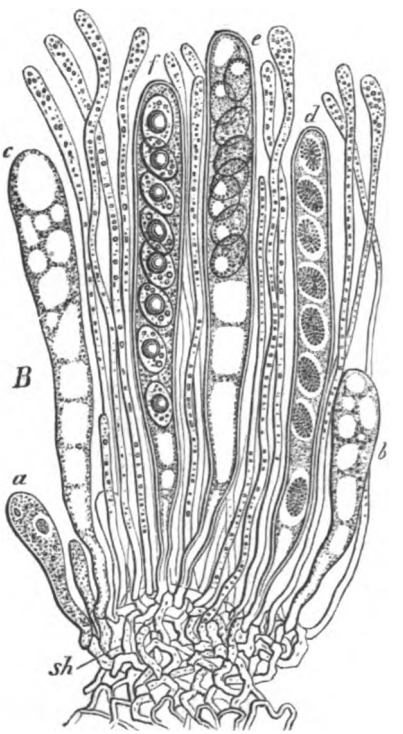


Fig. 45. Freie Zellbildung in den Schläuchen von Peziza convexula. *a—f* Entwickelungsfolge der Schläuche und Sporen (nach *Sachs*) (550).

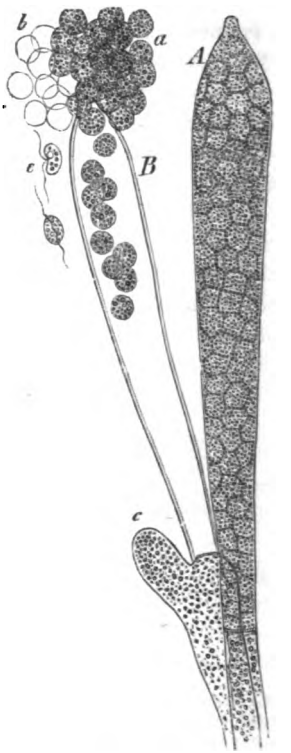


Fig. 46. Vielzellbildung bei der Schwärmsporenbildung von Achlya (550) (nach *Sachs*).

körpern, die sich gleichzeitig aus dem Protoplasma der Mutterzelle aussondern.

Digitized by Google

1) Als freie Zellbildung im engeren Sinne pflegt man die Zellbildung im Embryosack der Angiospermen bei Anlage des Eiapparates, die Endospermbildung vieler Phanerogamen, die Bildung der Sporen in den Schläuchen vieler Pilze (Fig. 45) zu bezeichnen; in all den genannten Fällen wird die Mutterzelle von den Tochterzellen nicht vollständig ausgefüllt; es bleibt sogar meistens ein Theil des Protoplasmas (s. z. B. Fig. 45 *e*, *f*) von der Zellbildung ausgeschlossen.

2) Als Vielzellbildung bezeichnet man die gleichzeitige Bildung zahlreicher Tochterzellen aus dem gesammten Protoplasma der Mutterzelle, wie in den Sporangien vieler Pilze (Fig. 46); doch ist diese Form durch vielfache Übergänge mit voriger verbunden.

3) Ein specieller Fall der freien Zellbildung ist die Vollzellbildung oder Verjüngung, d. h. die Bildung einer einzigen neuen Zelle aus dem gesammten Protoplasma der Mutterzelle. Es ist hierbei wesentlich, daß der Protoplasmakörper sich neu gestaltet, d. h. in seinem Inneren derartige Umgestaltungen erfährt, daß von einer Neubildung die Rede sein kann. Eine solche Umgestaltung zeigt sich z. B. deutlich bei der Bildung der Schwärmzellen von Oedogonium (Fig. 47), in welchen der farblose Theil des Protoplasmas anfangs seitlich (*A*) liegt, nachher aber die Basis der Schwärmzelle (*B*) und der neuen Pflanze (*C*) wird. Ähnliches findet sich bei der Schwärmzellenbildung anderer Algen z. B. von Vaucheria mit zahlreichen Kernen, ferner bei der Bildung der Eier vieler Algen (z. B. der eben genannten) und Pilze, der Moose, Pteridophyten und Gymnospermen, der Spermatozoiden. Auch hier kann es vorkommen, daß ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle nicht in die Neubildung mit eingeht, sondern ausgestoßen wird oder zurückbleibt (Eier von Vaucheria, Peronospora).

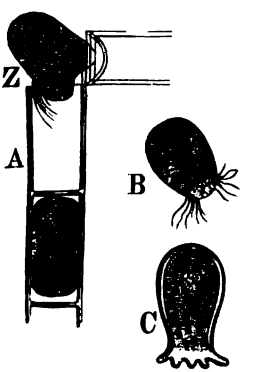


Fig. 47. Verjüngung bei der Schwärmzellenbildung von Oedogonium. *A* Stück eines Fadens; in der unteren Zelle fängt das Protoplasma eben an sich zusammenzuziehen, in der oberen tritt es als verjüngte Primordialzelle (*Z*) eben aus. *B* schwärmende Spore. *C* Beginn der Keimung (350).

III. Eine besondere, von den oben geschilderten Vorgängen durchaus verschie-

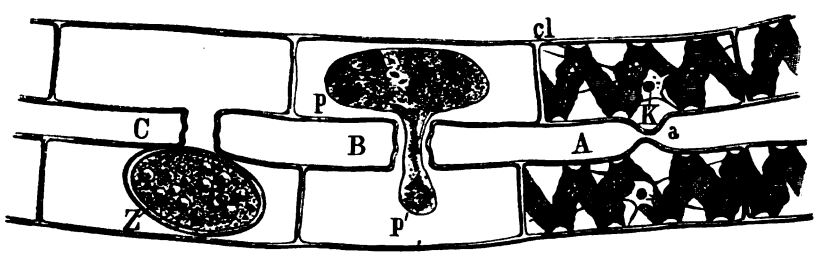


Fig. 48. Conjugation der Zellen von Spirogyra (400). *A* die Zellen zweier Fäden, welche sich eben zur Conjugation vorbereiten und bei *a* Fortsätze gegeneinander treiben; man erkennt den spiralbandförmigen Chlorophyllkörper *cl* und den Zellkern *K*. Bei *B* verschmilzt der Protoplasmakörper *p'* der einen Zelle mit dem der andern *p*. Bei *C* eine durch diese Verschmelzung entstandene Zygospore *Z*.

Digitized by Google

dene Zellbildung ist die Vereinigung je zweier oder mehrerer Zellen zu einer neuen Zelle; man bezeichnet den Vorgang in seiner einfachsten Form als Conjugation oder Copulation (Fig. 48); er findet sich auch, wenn auch vielfach modifizirt, bei allen Befruchtungsvorgängen. Die Zellen, welche sich vereinigen, sind zuerst durch einen der oben geschilderten Vorgänge entstanden, und liefern durch ihre Vereinigung ein neues, von ihnen selbst verschiedenes Produkt. Dabei kann als allgemeine Regel gelten, daß die gleichwerthigen Theile beider copulirenden Zellen sich miteinander vereinigen, z. B. Kern mit Kern, Chlorophyllkörper mit Chlorophyllkörper. Nicht selten wird auch der Kern vor der Copulation aufgelöst.

Zweites Kapitel.

Die Gewebe.

§ 28. Als **Gewebe** bezeichnen wir jede Verbindung von Zellen, welche von gemeinsamem Wachsthum beherrscht wird. Nach der räumlichen Anordnung der untereinander verbundenen Zellen unterscheiden wir:

Zellreihen, wenn die Zellen nur mit zwei gegenüberliegenden Endflächen aneinanderstoßend zu einem Faden oder einer Reihe verbunden sind [manche Algen, wie Spirogyra (Fig. 48), Oedogonium (Fig. 47), manche Haare (Fig. 74 *a*, *d*)];

Zellflächen, wenn die Zellen eine einfache Schicht bilden, also nach zwei Richtungen des Raumes aneinanderstoßen (manche Algen, Blätter vieler Moose);

Zellkörper, wenn die Zellen nach allen Richtungen des Raumes angeordnet sind.

Gewöhnlich bestehen die Gewebe aus Zellen, welche durch wiederholte Zweitheilung aus gemeinsamen Mutterzellen entstanden sind und schon durch die Art der Scheidewandbildung von Anfang an in Zusammenhang bleiben (Fig. 43); in einigen besonderen Fällen kommen Gewebe auch dadurch zu stande, daß entweder vorher isolirte Zellen mit ihren Wänden nachträglich verschmelzen, um gemeinsam fortzuwachsen, oder daß durcheinandergeflochtene, aus Zellenreihen bestehende Fäden, auch ohne immer zu verschmelzen, dennoch ein gemeinsames Wachsthum zeigen (Fig. 45 *sh*).

§ 29. **Die gemeinsame Wandung der Gewebezellen** ist anfangs meist sehr dünn und zart und erscheint auch bei den stärksten Vergrößerungen als einfache Platte (Fig. 43); wenn sie in die Dicke wächst, wird häufig eine mittlere Lamelle sichtbar (Fig. 49 *m*), welche sie in zwei, scheinbar den beiden Nachbarzellen angehörende Theile spaltet; diese Mittellamelle ist nichts anderes, als eine besonders ausgebildete Partie der ganzen, beiden Zellen gemeinsam angehörenden Wand. Ihr von der übrigen Wand abweichendes chemisches Verhalten bedingt es, daß man durch ihre Auflösung (in Salpetersäure und chlorsaurem Kali) die einzelnen Zellen

Digitized by Google

voneinander trennen kann. Wenn die gemeinsame Wand gleichartiger Zellen Tüpfelbildungen besitzt, so treffen die Tüpfel beider Seiten genau aufeinander (Fig. 49 *t*); wenn jedoch einzelne Zellen eines Gewebes besondere Ausbildung erfahren, wie z. B. die Gefäße, so beschränkt sich deren ungleichmäßige Membranverdickung nur auf die eine Seite der gemeinsamen Wand; für die spiralige Verdickung ist dies ohnehin selbstverständlich.

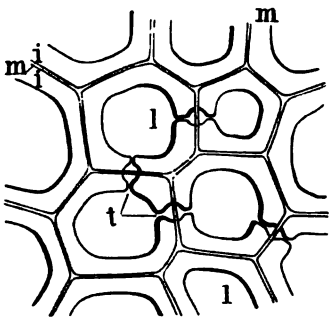


Fig. 49. Mittellamelle (*m*) auf dem Querschnitt der Rindenzellen von Trichomanes speciosum, einem Farnkraut (500 mal vergr.); *ii* neben der Mittellamelle liegende Hautsubstanz; *l* Zellhöhlung; gehöfte Tüpfel, die in den benachbarten Zellen aufeinandertreffen; deren beiderseitige Tüpfelräume sind durch die Mittellamelle von einander getrennt.

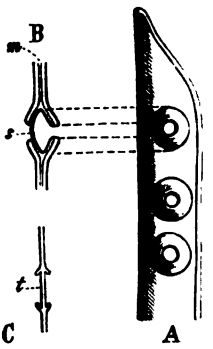


Fig. 50. Behöfte Tüpfel an den Holzfasern der Kiefer, *A* von der Fläche, *B* im Durchschnitt gesehen. *s* die Schließhaut, *m* die Mittellamelle. *C* junger Zustand im Durchschnitt, *t* die Anlage des Tüpfels (500, etwas schematisirt).

In sehr zahlreichen Fällen bleibt die dünne Wandstelle zwischen je zwei aufeinandertreffenden Tüpfelräumen erhalten (Fig. 49), und es gilt dies auch für die großen Hoftüpfel, welche sich an den Holzfasern der Nadelhölzer finden (Fig. 50). Diese letzteren wurden lange Zeit irrthümlicherweise für offene Verbindungskanäle zwischen den benachbarten Zellen gehalten, und es wurde diese Meinung dadurch veranlaßt, daß die dünne Wandstelle zwischen den beiderseitigen Tüpfelräumen (die sogen. Schließhaut) nicht wie gewöhnlich in der geraden Fortsetzung der übrigen Wand ausgespannt ist, sondern in Folge eines nachträglichen Flächenwachsthums gewölbt wird und sich dem einen der beiden Ausgänge des in der Wand zu stande kommenden linsenförmigen Hohlraums anlegt (Fig. 50 *B*, *s*). Die Entstehung dieser Tüpfel erfolgt derart, daß die Wand rings um eine dünnbleibende Stelle (die nachherige Schließhaut) sich wallförmig verdickt (Fig. 50 *C*).

Hingegen kommt es in anderen Fällen wirklich vor, daß die dünne Wandstelle zwischen je zwei Tüpfelräumen aufgelöst wird, so daß die benachbarten Zellhöhlungen in offene Kommunikation miteinander treten; ähnliche Auflösung kann auch ganze Wände treffen, wie dies bei der Bildung vieler Gefäße (s. unten § 31) eintritt. Die hierdurch in Verbindung miteinander tretenden Zellen enthalten keinen lebendigen Protoplasmakörper mehr und sind daher als Umwandlungsprodukte von Zellen zu betrachten.

Digitized by Google

Die Protoplasmakörper benachbarter Zellen stehen öfters, wie in neuerer Zeit mehrfach beobachtet wurde, durch außerordentlich zarte Protoplasmastränge in Verbindung, welche die Membranen bald an den Tüpfeln, bald aber auch an anderen Stellen durchsetzen und wahrscheinlich schon bei der ersten Entstehung der Zellwand vorhanden waren.

§ 30. **Intercellularräume** oder Zwischenzellräume sind Lücken im Gewebe, welche zwischen zwei oder mehr Zellen auftreten; sie können auf zweierlei Weise entstehen: entweder schizogen, d. h. durch theilweise Spaltung der gemeinsamen Wand, oder lysigen, d. h. durch Desorganisation bestimmter Zellen, welche von bleibenden umgeben werden.

1) Schizogen entstehen zumeist die luftführenden Intercellularräume, welche sich zwischen den Zellen saftiger, dünnwandiger Gewebe, des Parenchyms, und zwar meist an den Kanten finden, wo mehrere Zellen zusammenstoßen (Fig. 51 *z*). Bisweilen erreichen einzelne solcher Intercellularräume (dann Lacunen oder Luftlücken genannt) eine außerordentliche Größe, so daß dadurch ganze Zellschichten und Zellreihen vom übrigen Gewebe und von einander getrennt werden, so z. B. im Blattstiel der Seerosen und anderer Wasserpflanzen. Haar- oder faserförmige Fortsätze, welche hier (auch z. B. bei Aspidium) von den umgebenden Zellen aus frei in diese großen Intercellularräume hineinwachsen, werden als »innere Haare« bezeichnet.

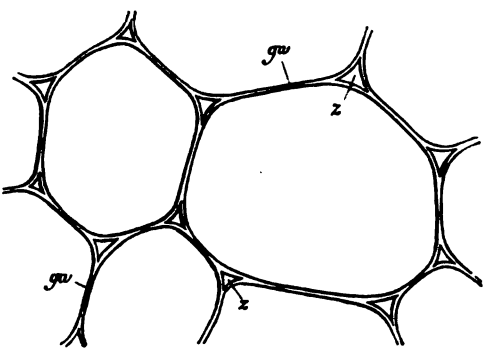


Fig. 51. Intercellularräume (*z*) zwischen den Markzellen von Zea Mais (550); *gw* die gemeinsame Wand (nach *Sachs*).

2) Durch Desorganisation, nämlich durch Vertrocknung und Zerreißen eines größeren Komplexes von Zellen, entstehen die großen luftführenden Lücken in den Stengeln und Blättern von Juncus u. s. w., ferner die großen, sich über ganze Internodien erstreckenden Hohlräume in der Achse vieler Stengel (z. B. Gräser, Doldengewächse, Schachtelhalme), sowie ähnliche Hohlräume in Blättern (z. B. Schnittlauch).

Während die eben besprochenen Intercellularräume Luft enthalten, dienen andere, sowohl schizogene, als lysigene als Sekretbehälter; diese s. u. § 31.

§ 31. **Gewebeformen.** Das Gewebe des Pflanzenkörpers besteht aus Zellen oder Umbildungsprodukten von Zellen, kurz aus Gewebeelementen, welche auf gewisse Ausdehnung in ihren Eigenschaften miteinander übereinstimmen, aber hierin von anderen Gewebekomplexen verschieden sind; ebenso finden sich aber auch einzelne Gewebeelemente, welche unter sich oder mit anderen in Komplexen auftretenden ihren Eigenschaften nach übereinstimmen. Alle solche Gewebeelemente nun, welche in gewissen

Digitized by Google

Charakteren übereinstimmen, rechnen wir zu einer Gewebeform. Aus der Mannigfaltigkeit der Charaktere, je nachdem wir die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente, die Beschaffenheit, Dicke ihrer Wände, die Qualität ihres Inhalts u. s. w. berücksichtigen, ergiebt sich auch eine große Anzahl von Gesichtspunkten, nach welchen wir bei der Eintheilung und Charakterisirung der Gewebeformen verfahren können.

Nehmen wir nur auf die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente und die dadurch bedingte Art ihrer Aneinanderfügung Rücksicht, so unterscheiden wir Parenchym und Prosenchym. In ersterem (s. Fig. 40, 41, 51) sind die Zellen nicht viel länger als breit, mit breiten Querflächen aufeinandergesetzt; im Prosenchym dagegen (Fig. 52 *C*, Querschnitt Fig. 49) sind die Zellen viel länger als breit, mit ihren zugespitzten oder zugeschärften Enden zwischen einander eingeschoben.

Nach der Theilungsfähigkeit der Zellen unterscheiden wir Dauergewebe und Theilungsgewebe (Meristem). Ersteres besteht aus Zellen, welche sämmtlich aufgehört haben, sich zu theilen, und ihre definitive Form angenommen haben; letzteres dagegen aus Zellen, welche derart in Theilung begriffen sind, daß gewisse Tochterzellen sich immer wieder theilen, während die anderen in Dauergewebe übergehen.

Während das Theilungsgewebe selbstverständlich nur Zellen mit lebendem Protoplasmakörper enthält, kann das Dauergewebe auch aus Elementen bestehen, welche die eigentliche Zellenqualität, den lebendigen Protoplasmakörper verloren haben. Gewebeelemente letzterer Art kann man unterscheiden in

a) Schläuche, welche durch einen eigenthümlichen Inhalt, z. B. Öl, Schleim u. s. w., sich auszeichnen, ohne daß die äußere Form auffallend verändert ist (Fig. 57);

b) Fasern, welche bei vorzugsweiser Längsstreckung ihren Inhalt durch Wasser oder Luft ersetzen (z. B. Fig. 52);

c) Röhren; dieselben sind entweder gegliedert, d. h. sie entstehen durch theilweise oder gänzliche Auflösung der Wände zwischen bestimmten Zellenzügen, so daß die einzelnen Glieder der Röhre vorherrschend nach einer bestimmten Richtung aneinandergereiht sind, z. B. die Gefäße (Fig. 53 *C*); oder sie sind ungegliedert d. h. gehen aus je einer einzigen selbständig zu sehr beträchtlicher Länge anwachsenden Zelle hervor.

Durch Combination der hier angegebenen hauptsächlichen Charaktere mit anderen, welche in der näheren Beschaffenheit des Inhalts und der Membranen begründet sind und im engsten Zusammenhange mit der physiologischen Funktion stehen, erhalten wir folgende Gewebeformen:

1) Zellengewebe, d. h. Gewebe, deren Elemente lebendige Protoplasmakörper enthalten, also wirkliche Zellen sind; solches Zellengewebe bildet fast ausschließlich den ganzen Körper der Algen, Pilze, der meisten Moose, ferner die Grundmasse der saftigen Theile höherer Gewächse, so insbesondere die Oberhaut, Mark und Rinde, die grüne Substanz der Blätter u. a., und erfährt je nach dem Ort, wo es sich findet, und nach der Funktion, die ihm zukommt, selbst wieder verschiedenartige Ausbildung,

Digitized by Google

welche, um Wiederholungen zu vermeiden, erst im folgenden, besonders § 35 und 36 geschildert werden soll (s. Fig. 40, 41, 70).

2) Das Sklerenchym besteht aus Elementen, welche die Zellennatur verloren haben, nur todte Reste des Protoplasmas nebst Wasser und Luft enthalten; die Membranen sind stets verdickt, oft fast bis zum Verschwinden der Höhlung (s. Fig. 52 *A*), nicht selten verholzt, meist mit runden einfachen, oder schrägen spaltenförmigen Hoftüpfeln versehen. Es ist theils parenchymatisch, theils prosenchymatisch, faserförmig (Fig. 52) und dient hauptsächlich in letzterer Gestalt als Festigungsapparat des Pflanzenkörpers. Übergänge zur vorigen Form finden sich häufig, indem Zellen, welche noch lebendes Protoplasma behalten, ihre Wände ebenso wie das Sklerenchym ausbilden; solche Zellen heißen sklerotisch und treten z. B. im Gewebe vieler Moose und Farne auf.

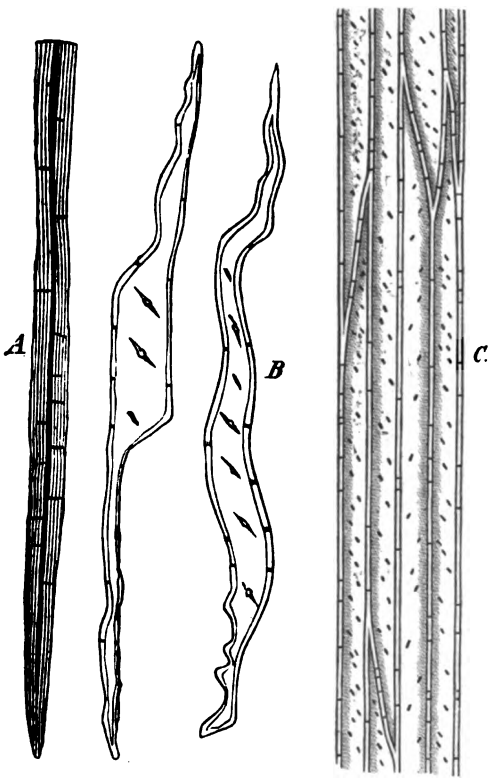


Fig. 52. Sklerenchymelemente. *A* Ende einer Bastfaser mit stark verdickter, getüpfelter Wand, im Längsschnitt. *B* Holzfasern aus der Wurzel der Kürbispflanze, Flächen- und Durchschnittsansicht. *C* Fasern aus dem Stengel von Helianthus tuberosus, 300 mal vergr.

3) Die Tracheen führen ebenfalls nur Wasser oder Luft als Inhalt; ihre Wandung ist verholzt und entweder mit nach innen vorspringenden Verdickungen oder mit Hoftüpfeln versehen. Zu dieser Gewebeform gehören:

a) die Tracheiden, d. h. allseitig geschlossene Fasern (s. Fig. 53 *A*, *B*);

b) die Gefäße oder Tracheen im engeren Sinne (vasa), nämlich gegliederte Röhren; deren einzelne Glieder treten entweder durch vollständige Auflösung der Querwände (Fig. 53 *C*, *a*) miteinander in offene Verbindung oder die Querwände werden durch Auflösung einzelner dünner Wandstellen durchbrochen; ersterer Fall tritt gewöhnlich bei nahezu quer gestellten Wänden ein, letzterer an solchen Querwänden, welche von Anfang an schräg gestellt sind.

Beiderlei Formen, sowohl die Tracheiden, als Gefäße, werden nach der Art der Wandverdickung unterschieden als: Ring-, Spiral-, Netz-, Querbalken- und getüpfelte Tracheen.

Digitized by Google

Wenn Tracheen mit getüpfelter Wandung an Zellen mit lebendem Protoplasma angrenzen, so kommt es nicht selten vor, daß die dünnen Wandstellen der Tüpfel ein nachträgliches Wachsthum erfahren und die Nachbarzelle in den Raum der Trachee hineinwächst; es können dann weitere Theilungen in dieser hineingewachsenen Zelle eintreten und sogar ein Zellengewebe entstehen, welches den Hohlraum der Trachee vollständig ausfüllt; diese Wucherungen, welche in manchen Hölzern z. B. von Robinia konstant, in anderen gelegentlich vorkommen, heißen Thyllen.

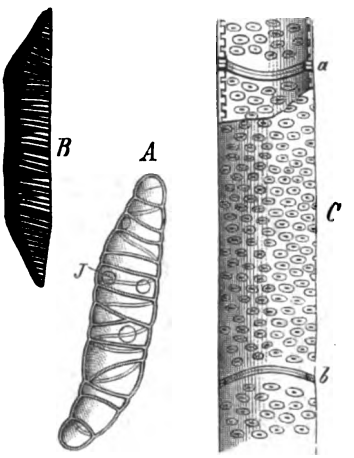


Fig. 53. Tracheen. *A* Tracheide aus dem Blatt von Sphagnum, *J* die Löcher in der Außenwandung. *B* Tracheide aus dem Blatt von Polypodium vulgare. *C* Stück einer gehöftgetüpfelten Trachee aus dem Stamm von Helianthus, oben durch den Schnitt geöffnet. *a* und *b* die Reste der aufgelösten Querwände (300 mal vergr.).

Die Tracheen finden sich als charakteristische Bestandtheile des unten zu schildernden Fibrovasalsystems, aber auch anderwärts, so z. B. im Blatt- und Rindengewebe einiger Moose, wie Sphagnum (Fig. 53 *A*), ferner in der Hülle der Luftwurzeln der Orchideen; ihre Funktion ist die Wasserleitung.

4) Die Siebröhren (Fig. 54) bestehen ebenfalls aus der Länge nach aneinandergereihten Gliedern, welche in offener Verbindung miteinander stehen. Diese Verbindung findet statt an den Siebplatten, welche seltener einzeln, meist zu mehreren nebeneinander die Querwände einnehmen (Fig. 54 *pl*). Jede Siebplatte ist eine von zahlreichen dichtgenäherten offenen Tüpfeln (Fig. 54 *B*, *C*, *p*) durchbohrte Wandstelle, welche dünner ist als die angrenzenden, auf dem Durchschnitt als Knoten erscheinenden Partien der Querwand (Fig. 54 *k*). Die an die Siebröhrenglieder, sowie an die Tüpfel grenzenden Wandflächen der Siebplatte bestehen aus veränderter, sog. Callus-Substanz (Fig. 54 *B*, *C*, *c*), welche wenigstens bei manchen Pflanzen zeitweise

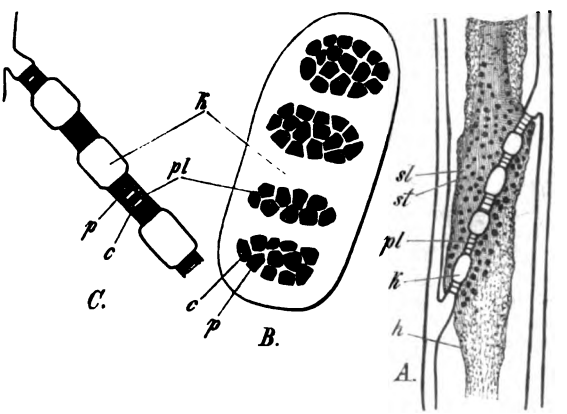


Fig. 54. Siebröhrenstücke aus dem sekundären Phloem der Weinrebe, *A* ganze Querwand mit den angrenzenden Partien (300 mal vergr.), *pl* die Siebplatten, *k* die Knoten, *h* protoplasmatische Hülle, *sl* Schleim, *st* Stärkekörnchen, *B* Stück einer Querwand von der Fläche, *C* im Durchschnitt (700 mal vergr.), *p* Tüpfel, *c* Callussubstanz.

Digitized by Google

die Tüpfel verschließt. An den Längswänden kommen ähnliche Wandpartien, sog. Siebfelder vor. Die übrige Wand ist ziemlich dünn, unverholzt. Der Inhalt der Siebröhrenglieder ist ein zäher Schleim (Fig. 54 *A*, *sl*), umschlossen von einer protoplasmatischen Hülle (Fig. 54 *A*, *h*), welcher Stärkekörner (Fig. 54 *A*, *st*) angelagert sind.

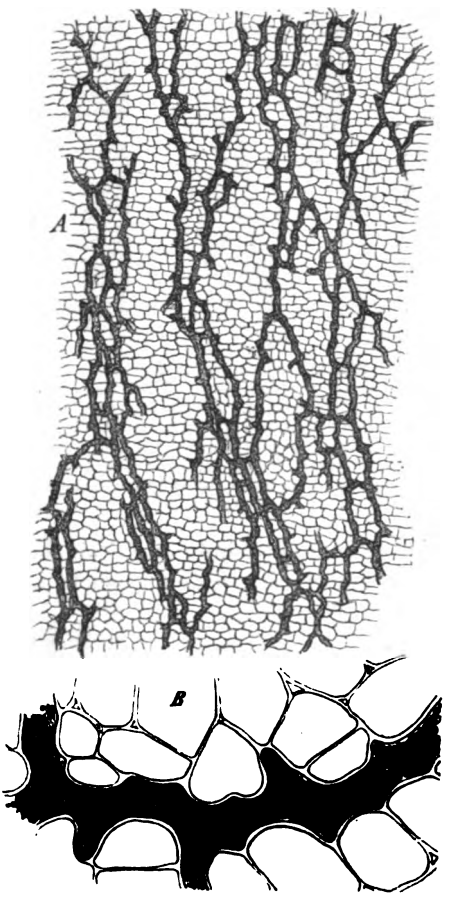


Fig. 55. Gegliederte Milchröhren im Phloem der Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica). Tangentialschnitt, *A* schwach, *B* ein kleines Stück davon stark vergrößert (nach *Sachs*).

Die Siebröhren sind, ebenso wie die Tracheen, charakteristische Bestandtheile des Fibrovasalsystems und dienen höchstwahrscheinlich der Leitung eiweißartiger Stoffe; ähnliche Bildungen finden sich schon bei manchen Algen.

5) Die Milchröhren enthalten den Milchsaft, welcher beim Verletzen gewisser Pflanzen ausfließt, nämlich eine Emulsion von kleinen festen Partikelchen in einer wässerigen Flüssigkeit; häufig ist Kautschuk in demselben enthalten, wohl stets auch Stoffe, die von der Pflanze selbst noch weiter verbraucht werden. Ihre Wandung ist weich, nur selten stärker verdickt. Diese Milchröhren sind

a) gegliederte Röhren, d. h. gerade oder anastomosirende Reihen von Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen sind (Fig. 55); solche kommen den Cichoriaceen (z. B. Löwenzahn, Schwarzwurzel), Campanulaceen und Papaveraceen zu; der eingetrocknete Milchsaft des Mohns, Papaver somniferum, ist das Opium, bei Chelidonium ist er gelb gefärbt.

b) ungegliederte Röhren, d. h. an den Enden geschlossene Zellen, welche vielfach verästelt sind und die ganze Pflanze durchziehen (Fig. 56). Dieselben werden schon in der jungen, noch aus wenigen Zellen bestehenden Keimpflanze angelegt und wachsen, ohne sich zu theilen, mit der ganzen Pflanze; während sie an älteren Theilen mit Milchsaft erfüllt sind, enthalten ihre fortwachsenden Enden Protoplasma mit zahlreichen Zellkernen.

Digitized by Google

6) Sekretbehälter, ausgezeichnet durch die eigenartige Beschaffenheit ihres Inhalts, mit dessen Ausbildung und Ansammlung der Protoplasmakörper schwindet. Die Stoffe des Inhalts scheinen im Leben der Pflanze keine weitere Veränderung mehr zu erfahren. Es gehören hierher:

a) Schläuche, d. h. aus einzelnen Zellen hervorgegangene Sekretbehälter. Dahin sind zu rechnen die krystallführenden Schläuche, welche im Grundgewebe von Monocotyledonen, und im Baste vieler Bäume vorkommen, ferner die Schleimschläuche der Malvaceen und in der Rinde der Ulmen und Tannen, die Gerbstoffschläuche vieler Farne u. a., sodann die Öl- und Harzbehälter der Laurineen (z. B. Kampher, Fig. 57), der Zingiberaceen, von Acorus, mancher Coniferen (wie im Holz der Weißtanne) u. a.; außerdem die mit milchigem Saft (häufig Gummiharz enthaltend) gefüllten reihenweise übereinanderstehenden Schläuche der Ahornarten, von Sambucus, wo dieselben im Umkreise des vertrockneten Markes als rothe Linien sichtbar sind, bei den Convolvulaceen, bei Isonandra Gutta (Guttapercha) u. a.

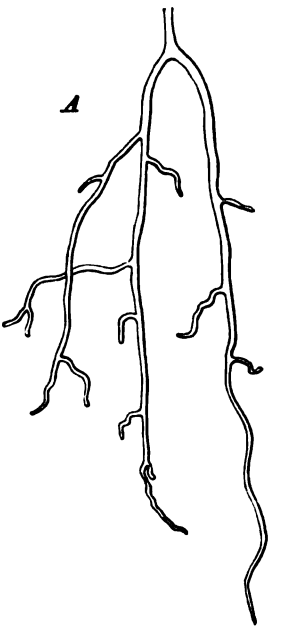


Fig. 56. Endverzweigung einer Milchröhre aus dem Blatte einer Euphorbia, freipräparirt (120 mal vergr.) (nach *Haberlandt*).

b) Intercellulare Sekretbehälter, nämlich Intercellularräume von theils schizogenem, theils lysigenem Ursprung. Das Sekret ist entweder Schleim, Gummi, oder ein Gemenge von Gummi mit Harz, oder ätherisches Öl, letzteres sehr häufig mit Harz gemengt als sog. Balsam. Der Gestalt nach sind diese Zwischenzellräume entweder rundliche, rings geschlossene Höhlungen, Lücken (auch innere Drüsen genannt), oder es sind langgestreckte, auf weite Strecken sich hinziehende Kanäle, Gänge; erstere sind vorherrschend lysigenen, letztere vorherrschend schizogenen Ursprungs.

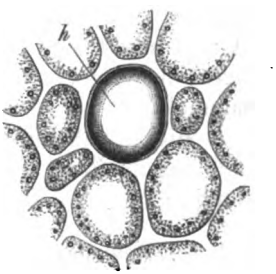


Fig. 57. Harzschlauch (h) aus dem Blattstiel des Kampherbaums (250 mal vergr.).

Als Beispiele für lysigene intercellulare Sekretbehälter seien genannt die mit Gummi erfüllten Höhlungen im Gewebe der Kirschbäume, ferner die Öllücken der Citronen, Orangen, überhaupt der Rutaceen, dann der Myrtaceen, von Hypericum, bei welchen sich dieselben schon äußerlich für das bloße Auge als durchsichtige Punkte im Blattgewebe bemerkbar machen. Die Entstehung dieser Öllücken findet in der Weise statt, daß durch bestimmte Theilungen sich ein Komplex von Zellen aussondert, in deren Inhalt das Öl in Form von Tröpfchen auftritt; später werden dann die Wände zwischen

Digitized by Google

diesen ölhaltigen Zellen aufgelöst und die Lücke erscheint dann umschlossen von den angrenzenden dicht zusammenschließenden Zellen (Fig. 58 *C*).

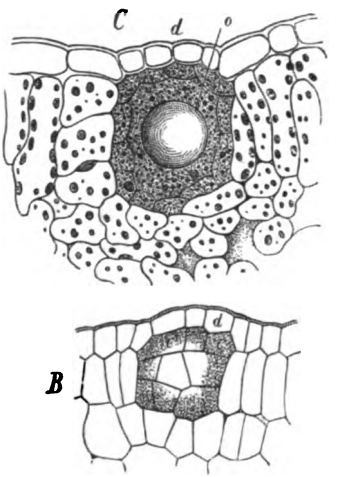


Fig. 58. Öllücke unter der Blattoberfläche von Dictamnus Fraxinella (320); *B* jüngerer, *C* fertiger Zustand; *c* Mutterzellen der Lücke vor der Auflösung; *o* ein großer Tropfen ätherischen Öls (nach *Sachs*).

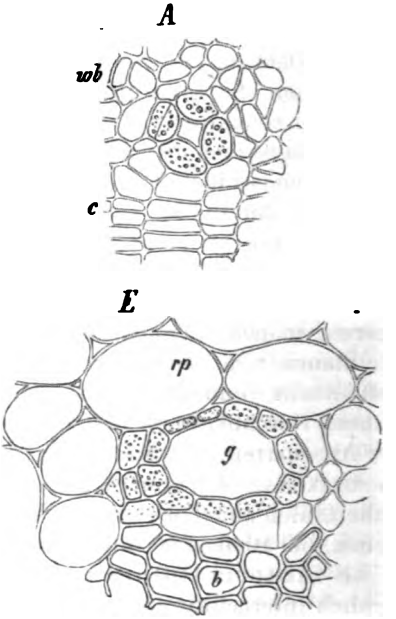


Fig. 59. Harzgänge im jungen Stamm des Epheus, Hedera Helix (Querschnitt 800). *A* jüngerer, *E* älterer Zustand; *g* der Harzgang, *c* Cambium, *wb* Weichbast, *b* Bastfasern, *rp* Rindenparenchym (nach *Sachs*).

Schizogenen Ursprungs dagegen sind z. B. die in Holz, Rinde und vielen Blättern verlaufenden Harzgänge der Coniferen und Terebinthaceen, die Gummiharzgänge der Umbelliferen und Verwandten, die Ölgänge der Compositen. Hier weichen die ebenfalls durch bestimmte Theilungen entstandenen Zellen auseinander (Fig. 59 *A*) und bilden dann eine durch Gestalt und Inhalt vom umgebenden Gewebe verschiedene Auskleidung des Ganges, in welchem sich das jedenfalls von diesen Zellen gebildete Sekret ansammelt.

c) Hieran würden sich die in der Epidermis vorkommenden Sekretionsorgane anschließen, deren Sekret nach außen abgeschieden wird; diese s. unten § 36.

§ 32. **Gewebesysteme.** Komplexe einer Gewebeform, welche auf längere Strecken oder durch den ganzen Körper in ununterbrochener Verbindung stehen, bilden ein Gewebesystem. So können wir z. B. von einem Milchröhrensystem, einem Harzgangsystem, einem Sklerenchymsystem, Siebröhrensystem u. s. w. sprechen. Durch Vergesellschaftung mehrerer Systeme entstehen Systeme höherer Ordnung; so sind z. B. Trachealsystem und Siebröhrensystem fast immer miteinander verbunden und durchziehen gemeinsam den Pflanzenkörper.

Digitized by Google

Wenn wir nun im Folgenden versuchen, die Anordnung dieser Systeme im Pflanzenkörper darzustellen, so sei zunächst hervorgehoben, daß diese Systeme durchaus nicht bei allen Pflanzen vorhanden sind, oder vorhanden zu sein brauchen. So wurde schon oben erwähnt, daß die niederen Pflanzen (Algen, Pilze, Moose) fast nur Zellengewebe besitzen; so sind z. B. die Milchröhren, Harzgänge u. s. w. nur bestimmten Pflanzen- oder Pflanzengruppen eigen und fehlen bei sehr vielen anderen. Wir werden daher vor Allem denjenigen Systemen eine hervorragende Wichtigkeit zuerkennen, welche, abgesehen von dem keiner Pflanze fehlenden Zellengewebe, allen höheren Pflanzen (Pteridophyten und Phanerogamen) zukommen; wie die Beobachtung lehrt, ist dies für das Tracheen- und Siebröhrensystem der Fall. Berücksichtigen wir ferner, daß an der Oberfläche des Pflanzenkörpers bestimmt charakterisirte Formen des Zellengewebes auftreten, so erhalten wir folgende drei Hauptsysteme des Pflanzenkörpers:

1) das Fibrovasalsystem (Fig. 60 *f*), welches wesentlich aus einer Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht, aber auch Sklerenchym und Zellengewebe in sich enthält; es durchzieht den Pflanzenkörper in Form von Strängen, deren Anordnung mit der morphologischen Gliederung in naher Beziehung steht;

2) das Hautsystem (Fig. 60 *e*), umfassend diejenigen Zellgewebe, welche im Zusammenhang mit ihrer Aufgabe, den Pflanzenkörper nach außen abzuschließen, aber auch mit der Umgebung in Verbindung zu setzen, besondere Ausbildung erfahren;

3) das System des Grundgewebes (Fig. 60 *g*); dasselbe wird hauptsächlich gebildet von Zellengewebe, welches den zwischen den vorgenannten Systemen übrigbleibenden Raum ausfüllt, und je nach verschiedenen physiologischen Funktionen verschiedenartige Ausbildung erfährt.

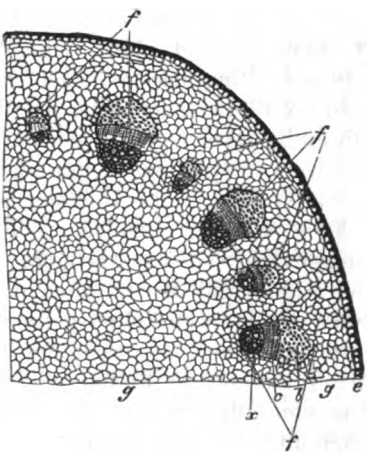


Fig. 60. Die drei Gewebesysteme auf dem Querschnitt des Blattstiels von Helleborus (20); *e* Hautsystem (Epidermis), *g* System des Grundgewebes, *f* Fibrovasalsystem, *x* Xylem, *c* Weichbast, *b* Sklerenchymbündel.

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, und sich aus der folgenden Darstellung noch deutlicher ergeben wird, ordnen sich die übrigen aus einzelnen Gewebeformen bestehenden Systeme diesen drei Hauptsystemen unter, in der Art, daß sie sich in denselben gemeinschaftlich verbreiten; d. h. wir finden Sklerenchym, ebenso verschiedene Sekretbehälter sowohl im Fibrovasalsystem, als im Grundgewebe. Durch die Eintheilung nach obigen Hauptsystemen betonen wir die ursprüngliche und wesentliche Organisation der höheren Pflanzen, welche durch weitere Differenzirung ebenso verschiedenartige Ausbildung erfahren hat, wie die äußere Gliederung. Es ist daher die Unterscheidung

Digitized by Google

dieser drei Hauptsysteme vorwiegend eine morphologische, welche uns auch die Möglichkeit gewährt, den Ort, an welchem sich im Pflanzenkörper Sklerenchym, Milchröhren u. s. w. befinden, aufzugeben; physiologisches Interesse dagegen bietet es, die Anordnung jeder einzelnen Gewebeform mit Rücksicht auf ihre Funktion zu untersuchen.

In sehr jungen Organen, wie z. B. den allerjüngsten Theilen der Stengel, Wurzeln, sind die Gewebeformen und Systeme noch nicht scharf gesondert; es findet sich dort ein mehr oder minder gleichartiges Theilungsgewebe, das Urmeristem oder Urgewebe, aus welchem die Gewebesysteme, überhaupt alle Gewebeformen hervorgehen.

§ 33. **Das Fibrovasalsystem** durchzieht das Gewebe der höheren Pflanzen in Form von fadenförmigen, strangartigen Gewebekörpern, welche Fibrovasalstränge, Fasersträngе, Stränge oder Gefäßbündel genannt werden. Wenn deren Zellen, wie das gewöhnlich der Fall ist, verholzt und fester sind als die des Grundgewebes, so lassen sie sich aus diesem leicht isoliren; zerreißt man z. B. den Blattstiel des Wegetritts, Plantago major, so hängen sie als ziemlich dicke Fäden aus dem Grundgewebe heraus; auch durch Verwesung des letzteren werden sie freigelegt; sie bilden z. B. das Adernetz der Blätter, welches bei deren Fäulnis als Skelett längere Zeit erhalten bleibt. Bei vielen Wasserpflanzen ist aber das Gewebe der Fibrovasalstränge noch weicher, als das ihrer Umgebung. In vielen Fällen stehen die Fibrovasalstränge so dicht gedrängt und entwickeln sich durch Fortbildung ihrer Gewebe derart, daß sie mächtige Massen darstellen, in denen vom Grundgewebe nur sehr wenig übrig geblieben ist. Eine solche Fibrovasalmasse ist das Holz der Bäume, einschließlich des Bastes.

Den niedriger organisirten Pflanzen (Thallophyten und Muscineen) fehlt ein eigentliches Fibrovasalsystem; doch macht sich schon in den Zellkörpern vieler Algen und Moose (auch des Prothalliums mancher Farne) das Bestreben der inneren Zellen geltend, eine verlängerte Gestalt anzunehmen; bei vielen Moosen (so besonders im Stengel, Blattnerv und Fruchtstiel der meisten Laubmoose) finden wir schon Komplexe langgezogener Zellen mit einem vom übrigen Gewebe abweichenden Inhalt an; diese Bildungen können aber nicht als wahres Fibrovasalsystem bezeichnet werden, da die Tracheen und Siebröhren fehlen, vielmehr nur als Vorstufe.

Die Anordnung und der Verlauf der Fibrovasalstränge stehen in enger Beziehung zum morphologischen Aufbau der Pflanze und zur Ausbildung der Glieder. In den meisten Blättern verlaufen die Fibrovasalstränge im Innern jener schon äußerlich hervortretenden Gewebestreifen, die wir oben (S. 20) als Nerven kennen gelernt haben; ist das Blatt, wie gewöhnlich, flach ausgebreitet, so liegen sie auch häufig innerhalb einer Fläche. Im Blattstiel und Stamm, wie überhaupt in Organen, welche vorzugsweise in der Längsrichtung entwickelt sind, verlaufen sie im allgemeinen der Länge nach; ein Querschnitt durch einen Stengel oder Blattstiel (Fig. 60) zeigt daher zugleich die Querschnitte der darin verlaufenden Stränge. Die Fibrovasalstränge der Blätter und des Stengels hängen aufs innigste unter-

Digitized by Google

einander zusammen, derart, daß schon bei der Entstehung des Blattes am Stammscheitel jeder Strang mit seinem oberen Theile in das Blatt ausbiegt, mit seinem unteren Theile dagegen im Stengel hinabsteigt, um sich an andere ältere Stränge anzuschließen. In gewissem Sinne sind also die in einem Stengel verlaufenden Stränge nur die Fußstücke der von den Blättern herabkommenden Stränge, es sind »Blattspurstränge«. Der Verlauf dieser Stränge im Stengel ist aber sehr mannigfaltig; im allgemeinen lassen sich drei Typen unterscheiden, die freilich durch Übergänge verbunden sind, und welchen sich noch einige abnorme Fälle, die wir unberücksichtigt lassen können, anschließen würden.

1) Die Blattspurstränge vereinigen sich alle zu einem einzigen, in der Achse des Stengels verlaufenden Strang (seltener, nur bei einigen Wasserpflanzen und wenigen Pteridophyten vorkommender Fall).

2) Die aus jedem Blatt in größerer Anzahl nebeneinander eintretenden Stränge nähern sich zuerst der Stengelmitte und biegen sich von hier wieder nach außen, um unter allmählicher Verdünnung nach abwärts zu verlaufen und erst sehr tief unten sich theilweise zu vereinigen (Fig. 61 *A*). Auf dem Querschnitt eines solchen Stengels erscheinen die Stränge regellos zerstreut, die der Mitte näheren sind von größeren Dimensionen. Diese Anordnung findet sich vorherrschend bei den Monocotyledonen, besonders den Palmen.

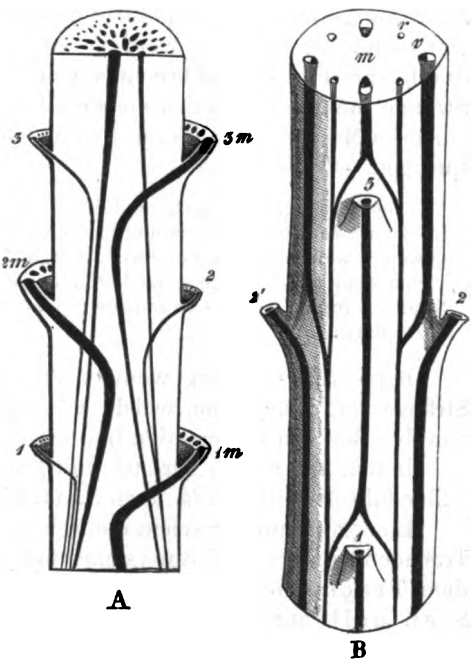


Fig. 61. Schematische Darstellung des Strangverlaufes in Stämmen: *A* axiler Längsschnitt mit halbem Querschnitt eines Palmenstammes, die zweizeilig gedachten (über der Basis abgeschnittenen) Blätter sind umfassend, daher gegenüber ihrer Mediane (*m*) noch einmal getroffen. *B* Außenansicht (mit durchsichtig gedachter Rinde) und Querschnitt eines Stengels von Cerastium; die decussirt gestellten Blätter sind abgeschnitten. Der aus jedem Blatt kommende Strang gabelt sich über dem gerade darunterstehenden Blatt; die Gabelzweige aller Stränge vereinigen sich zu den vier schwächeren Strängen, die auf dem Querschnitt mit den vier stärkeren alterniren. Auf dem Querschnitt bedeutet *m* Mark, *r* Rinde, *v* Markverbindung; das Xylem der Stränge ist hier dunkel gezeichnet.

3) Die von jedem Blatt in geringer Anzahl kommenden Stränge biegen bald nach ihrem Eintritte in den Stengel nach abwärts und verlaufen nun alle einander parallel und in annähernd gleicher Entfernung von der Achse durch den Stengel, indem sie besonders in den Knoten sich verzweigen und anastomosiren (Fig. 61 *B*). Der Querschnitt eines solchen Stengels zeigt die

Digitized by Google

Stränge alle in einen dem Umfang annähernd parallelen Kreis gestellt, der das Grundgewebe in zwei Theile scheidet, einen inneren, von diesem Kreise umschlossenen, das Mark (Fig. 61 *B*, *m*) und einen äußeren, zwischen diesem Kreise und dem Hautgewebe, die Rinde (Fig. 61 *B*, *r*). Die zwischen den einzelnen Strängen in deren Kreis liegenden Partien des Grundgewebes, welche zwischen den Strängen hindurch Mark und Rinde miteinander verbinden, heißen Markverbindungen. Diese Anordnung kommt vorzugsweise den Dicotyledonen und Gymnospermen zu.

Diesem Typus ordnet sich auch die bei den meisten Farnen herrschende Anordnung unter, wo ebenfalls durch das Fibrovasalsystem Mark und Rinde voneinander geschieden werden; es geschieht dies bei einzelnen Formen durch eine Fibrovasalröhre, aus welcher die in die Blätter ausbiegenden Stränge austreten, bei den meisten durch ein Netzwerk von kürzeren oder längeren Maschen, von deren Grund oder Seiten aus die Blattstränge entspringen.

Die Bezeichnungen Mark und Rinde können mit gewissen Beschränkungen auch in den unter 1) und 2) geschilderten Fällen angewendet werden; so wird das Grundgewebe, welches den axilen Strang umgiebt, Rinde genannt, ebenso kann man in vielen dem zweiten Typus angehörenden Fällen eine äußere, von längsverlaufenden Strängen freie Partie des Grundgewebes als Rinde, eine ebensolche zentrale als Mark bezeichnen.

Bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen kommen auch stammeigene Stränge vor, d. h. solche, welche nicht als die unmittelbare Fortsetzung der von den Blättern kommenden betrachtet werden können.

In den Wurzeln verläuft (mit ganz wenigen Ausnahmen) ein einziger axiler Fibrovasalstrang (s. oben S. 33, Fig. 27 *f*).

Entsprechend der schon oben (S. 59) hervorgehobenen Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht jeder Strang aus zwei Theilen, dem Tracheentheil, auch Holzkörper oder Xylem genannt, und Siebtheil, auch Bastkörper oder Phloëm genannt; dieselben sind in jedem Strang je in Ein- oder Mehrzahl vorhanden und sind der Länge nach miteinander verbunden. Im Xylem herrscht, wenn nicht besondere Lebensweise andere Verhältnisse bedingt, die entschiedene Neigung zur Verholzung sämmtlicher Zellwände und zur Erfüllung zahlreicher Zellen mit Luft; es ist daher vorwiegend der feste, aber zugleich brüchige Theil des Stranges. Im Phloëm tritt vorwiegend die Neigung zur Bildung weicher geschmeidiger, nur wenig verholzter Zellwände hervor, und die Zellen behalten meist ihren Saft. — In beiden Theilen schließen die Elemente in der Regel ohne Intercellularräume aneinander.

Diejenigen Fibrovasalstränge, welche nur aus diesen beiden Gruppen bestehen, mithin keines weiteren Wachsthums mehr fähig sind, heißen geschlossene; andere dagegen enthalten noch eine Schicht von Theilungsgewebe, Cambium, welches den ganzen Strang der Länge nach durchsetzt und durch seine Thätigkeit die Masse des Xylems und des Phloëms, welche auf verschiedenen Seiten des Cambiums liegen, vermehrt; diese cambiumhaltigen Stränge werden offen genannt.

Digitized by Google

Der Holzkörper eines Fibrovasalstranges (so lange derselbe noch nicht durch die Thätigkeit des Cambiums verändert worden ist) besteht im allgemeinen aus folgenden drei Zellformationen:

1) Tracheen, und zwar bald aus Tracheiden, bald aus echten Gefäßen (Fig. 62 *s*, *s'*, *t*);

2) Sklerenchymfasern, hier Holzfasern genannt (Fig. 62 *h*);

3) parenchymatischem Zellengewebe, dem Holzparenchym.

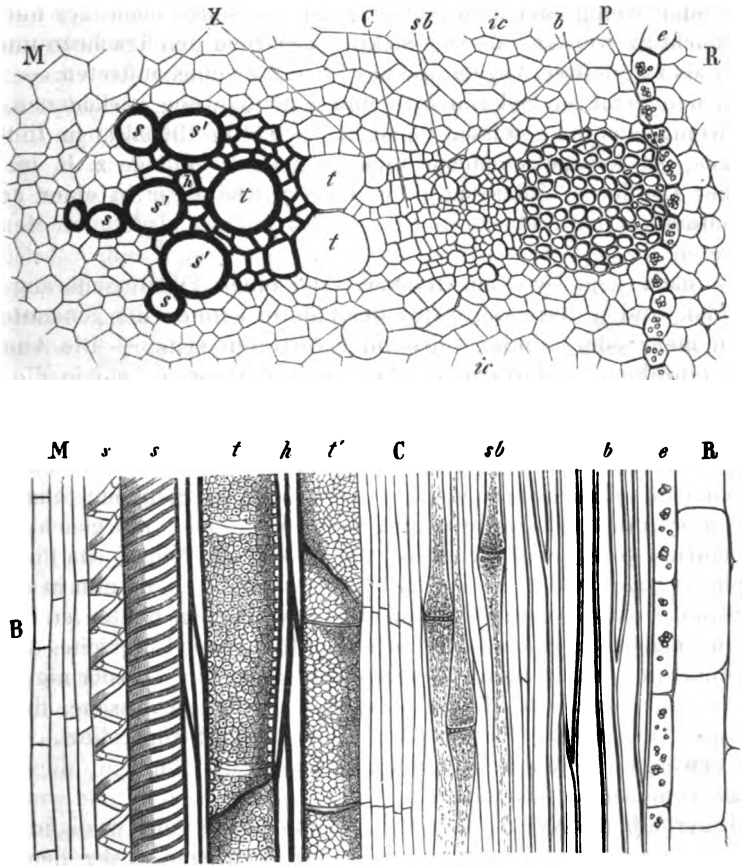


Fig. 62. *A* Querschnitt durch einen offenen Strang im Stengel der Sonnenblume; *M* Mark, *X* Xylem, *C* Cambium, *P* Phloëm, *R* Rinde; *s* enge, *s'* weitere Spiralgefäße, *t* getüpfeltes Gefäß, *t'* ebensolche, noch in der Ausbildung begriffen, *h* Holzfasern, *sb* Siebröhren, *b* Bastfasern; *ic* Interfascicularcambium. *B* radialer Längsschnitt durch einen ganz ähnlichen Strang (etwas schematisirt). Bezeichnung wie oben (150).

Ebenso besteht der Bastkörper aus:

1) den Siebröhren (Fig. 62 *sb*);

2) Sklerenchymfasern, hier Bastfasern genannt (Fig. 62 *b*);

3) parenchymatischem Zellengewebe, dem Phloëmparenchym.

Diesem sind auch die langgezogenen, nicht selten prosenchymatischen

Digitized by Google

Zellen zuzurechnen, welche als Cambiform bezeichnet werden; sie sind nach Form und Ausbildung denjenigen Zellen gleich, aus welchen im Verlaufe der Entwickelung alle Elemente des Stranggewebes hervorgehen; im Gegensatz zu den dickwandigen Bastfasern werden die übrigen Elemente häufig als Weichbast zusammengefaßt.

Von den genannten Gewebeformen sind, wie aus früher Gesagtem deutlich hervorgeht, die Tracheen und Siebröhren die wesentlichsten; die übrigen Formen sind von den gleichnamigen auch im Grundgewebe vorkommenden wenig oder nicht verschieden; sie sollen auch hier nur soweit berücksichtigt werden, als sie wirklich zwischen den Tracheen und Siebröhren als zweifellose Angehörige des Stranggewebes auftreten. — Ebenso wie in den Strängen Sklerenchym und Zellengewebe vorkommen, finden sich, wenigstens bei gewissen Pflanzen, auch Sekretbehälter im Innern des Stranges; so Krystallschläuche nicht selten, Harzgänge z. B. im Xylem mancher Coniferen, Milchröhren im Phloëm und zwar in einer gewissen Korrelation zu den Siebröhren derart, daß letztere alsdann an Menge zurücktreten.

Je nach dem Ort, an welchem man einen Fibrovasalstrang durchschneidet, und je nach der Natur der Pflanze können die genannten Zellformen mehr oder minder vollständig vertreten sein. — Die Anordnung dieser einzelnen Zellformen im Holz- und Bastkörper, sowie die gegenseitige Lage dieser Partien ist sehr verschieden; und man unterscheidet hiernach folgende durch Übergänge verbundene Typen:

1) Kollaterale Stränge; hier liegen innerhalb des Stranges Xylem und Phloëm radial hintereinander derart, daß in Stämmen (ebenso aber auch in zylindrischen Blättern und vielen Blattstielen mit gleichmäßig um ein Centrum geordneten Strängen), das Xylem der Achse, das Phloëm der Peripherie zugewendet ist (s. Fig. 60, 61, 62, 63, 65); da nun in der Regel die Stränge ohne weitere Drehungen in die flachen Blätter austreten, so liegt in solchen das Phloëm der einzelnen Stränge der Unterseite, das Xylem der Oberseite zugewendet. Es gilt dies sowohl für kreisförmig angeordnete, als für zerstreute Stränge, für offene, wie geschlossene, doch nicht ohne alle Ausnahmen. Das Cambium der offenen Stränge liegt, wie schon oben erwähnt, in der Mitte zwischen Xylem und Phloëm, diese beiden Partien voneinander scheidend.

Innerhalb des Xylems liegen im Stamme stets (mit wenigen Ausnahmen, wie Cycadeen) die Ring- und Spiral-Tracheen an der dem Phloëm abgewendeten Seite des Stranges; darauf folgen näher dem Phloëm Netz- und getüpfelte Tracheen, welche stets den größten Querdurchmesser unter allen Elementen des Xylems besitzen. Die Gruppirung dieser Tracheen unter sich und mit den Holzfasern und Parenchymzellen ist außerordentlich mannigfaltig; die in Fig. 62 und 63 dargestellten Fälle sind nur einzelne Beispiele.

Die am inneren Rande des Stranges liegenden Ring- und Spiraltracheen werden in jedem Strang zuerst ausgebildet und zwar schon zu der Zeit, wo der betreffende Pflanzentheil seine definitive Länge noch nicht erreicht hat;

Digitized by Google

sie machen dessen Streckung mit durch und sind demgemäß, da sie sich nicht mehr in die Quere theilen können, wie die übrigen noch unausgebildeten Strangelemente, die längsten Elemente des ganzen Stranges. — Bei vielen Monocotylen und den Equisetaceen bildet sich meist unter Zerreißung dieser Erstlingstracheiden ein Intercellulargang aus.

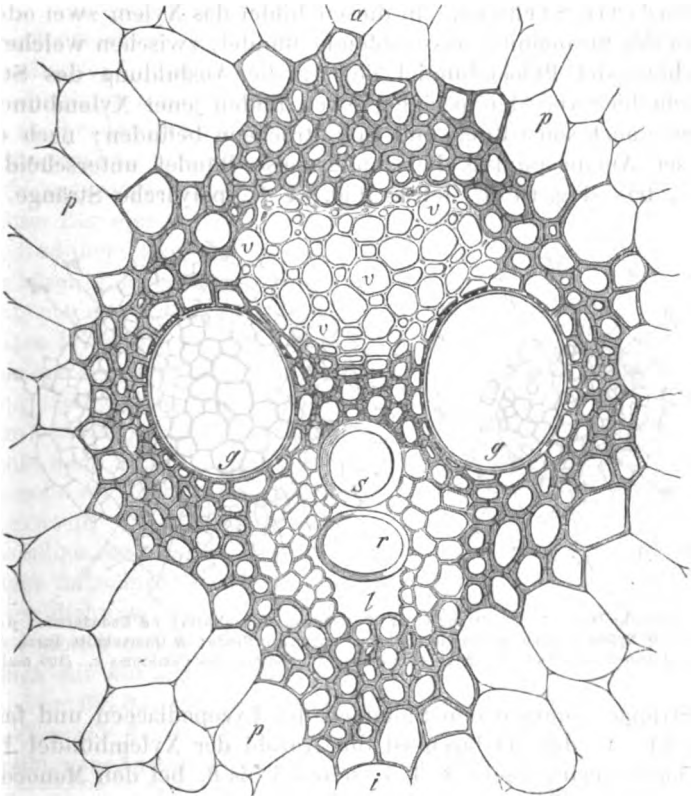


Fig. 63. Querschnitt eines geschlossenen Fibrovasalstranges im Stamm von Zea Mais (550); *a* Außenseite, *i* Innenseite bezüglich der Stammachse; *p* Parenchym des Grundgewebes, *g g* zwei große getüpfelte Gefäße, *s* Spiralgefäß, *r* Ring eines Ringgefäßes, *l* lufthaltige Lücke durch Zerreißen entstanden, umgeben von dünnwandigen Holzzellen. Zwischen den beiden Gefäßen *g* liegen kleinere, netzartig verdickte und gehöft getüpfelte Gefäße. Diese Zellformen bilden das Xylem; das Phloëm wird gebildet von Weichbast, in welchem die Siebröhren (*v*) durch größere Weite hervorragen; der ganze Strang ist umgeben von einer Sklerenchymscheide (nach *Sachs*).

Im Phloëm liegen häufig die Bastfasern der Peripherie am nächsten, die durch ihren größeren Querschnitt hervortretenden Siebröhren gewöhnlich im Weichbast zerstreut (Fig. 62 *s b*, 63 *v*).

Bei einigen Pflanzen (z. B. Cucurbitaceen, Solaneen) liegt dem normalen Phloëm auf der entgegengesetzten Seite des Xylems ein zweiter Phloëmstrang gegenüber; solche Stränge heißen **bikollateral**.

2) **Konzentrische Stränge**; hier nimmt einer der beiden Theile die Achse des Stranges ein und wird vom anderen ringförmig umgeben;

Digitized by Google

seltener ist der zentrale Theil das Phloëm (im Rhizom von Iris u. a.), meist wird das Xylem vom Phloëm rings umgeben, so in den axilen Strängen des Stammes vieler Wasserpflanzen (z. B. Hippuris), in den meisten Strängen der Farne. Die Ring- und Spiraltracheiden als erstausgebildete Elemente sind bei letzteren zumeist auf zwei oder mehr Punkte der Peripherie des Xylems vertheilt.

3) Radiale Stränge. In diesen bildet das Xylem zwei oder mehr radial von der Strangmitte ausstrahlende Bündel, zwischen welchen alternirend ebensoviel Phloëmbündel liegen; die Ausbildung des Stranggewebes geht hier von den peripherischen Enden jener Xylembündel aus, wo sich wie auch sonst Ring- und Spiraltracheen befinden; nach der Anzahl dieser Anfangspunkte, beziehungsweise Bündel unterscheidet man dann di-, tri- (Fig. 64 *B*), tetra- (Fig. 64 *A*), polyarche Stränge. Solche

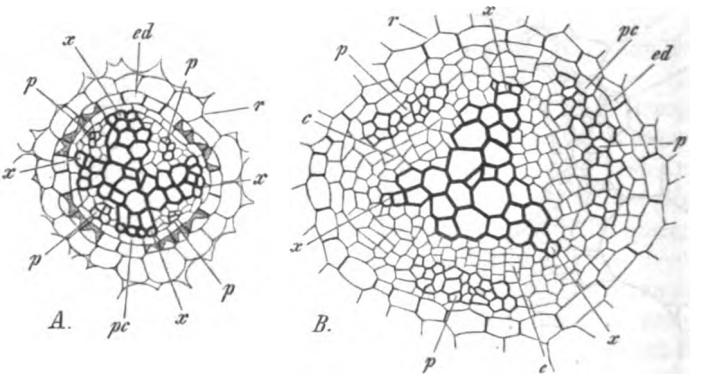


Fig. 64. *A* Querschnitt durch den Strang einer Wurzel von Convallaria; *ed* Endodermis; *pc* Pericambium, *x* die vier Xylemgruppen, *p* die vier Phloëmgruppen, *r* Rinde; *B* Querschnitt durch den Strang einer Wurzel von Sambucus nigra mit beginnender Ausbildung des Cambiums *c*. (100 mal vergr.).

radiale Stränge kommen den Stämmen der Lycopodiaceen und fast allen Wurzeln zu. In den letzteren ist die Anzahl der Xylembündel bei den Dicotyledonen gering, meist 2, 3, 4, selten 5 bis 8, bei den Monocotyledonen oft sehr groß. Die äußerste Schicht des Wurzelstrangs wird Pericambium (Fig. 64 *A*, *B*, *pc*) genannt und bleibt sehr lange in bildungsfähigem Zustande. In diesem Pericambium entstehen die Anlagen der Seitenwurzeln und zwar fast immer gerade vor den Xylembündeln; es sind daher (abgesehen von den später auftretenden Adventivwurzeln) stets soviel Reihen von Seitenwurzeln an einer Wurzel vorhanden, als der Fibrovasalstrang Xylembündel enthält. Die Seitenwurzel muss bei ihrer Entstehung die Rinde der Mutterwurzel durchbrechen (s. oben Fig. 27); ihr Fibrovasalstrang schließt sich unmittelbar an den der Mutterwurzel an.

§ 34. **Das Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln** wird bei den Nadelhölzern und den meisten Dicotyledonen vermittelt durch die Fortbildung des Cambiums ihrer offenen Stränge. Diese sind auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis geordnet (Fig. 65 *A*) und das Dicken-

Digitized by Google

wachsthum wird zuerst dadurch eingeleitet, daß aus dem an die Stränge angrenzenden Grundgewebe, den Markverbindungen, durch tangentiale Theilungen (s. Fig. 62 *A*, *ic*) ebenfalls Cambium hervorgeht, welches sich an das der Fibrovasalstränge ansetzt. So bildet sich ein geschlossener Hohlcylinder, auf dem Querschnitt als Ring erscheinend, der Cambiumring (Fig. 65 *B*, *c*), welcher Mark und Rinde vollständig von einander trennt und seinem Ursprunge nach aus zwei radial abwechselnden Partien besteht: dem Fascicularcambium, d. h. dem Cambium der einzelnen Stränge, und dem Interfascicularcambium, d. h. dem aus den Markverbindungen nachträglich hervorgegangenen Cambium.

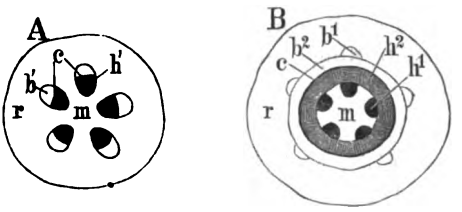


Fig. 65. Schematische Querschnitte eines Stammes mit Dickenwachsthum. *A* in sehr jungem Zustande; es sind fünf einzelne Stränge vorhanden; *m* Mark, *r* Rinde, b^1 primärer Bastkörper, h^1 primärer Holzkörper, *c* Cambium. *B* nach Beginn des Dickenwachsthums; h^2 sekundärer Holzkörper, b^2 sekund. Bastkörper.

In den Wurzeln, welche in die Dicke wachsen, bildet sich ebenfalls ein Cambiumring, indem die zwischen den einzelnen Xylembündeln innerhalb der Phloëmbündel liegenden Zellen sich durch Theilung in Cambiumzellen umwandeln und der Ring sich außerhalb der Xylembündel schließt. So entsteht auch hier ein Ring, der außerhalb der ursprünglich vorhandenen Xylembündel und innerhalb der ursprünglichen Phloëmbündel verläuft (Fig. 64 *B*).

Die Zellen des Cambiumringes, sowohl im Stamme wie in der Wurzel, theilen sich fortwährend tangential und mitunter radial, so daß die Zellenzahl in der Richtung des Radius, wie auch in der Richtung des sich dabei vergrößernden Umfangs zunimmt. Von den hierdurch erzeugten Zellen bilden sich die auf der inneren Seite gelegenen zu Elementen des Holzkörpers (Fig. 65 *B*, h^2), die der äußeren Seite zu Elementen des Bastkörpers (Fig. 65 *B*, b^2) aus, während die mittlere Zone fortwährend in theilungsfähigem Zustande bleibt. Es kommt also durch die Thätigkeit des Cambiums innen ein sekundärer Holzkörper, außen ein sekundärer Bastkörper zu stande, im Gegensatz zu den primären Elementen der Stränge, welche schon vorher ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren. Die primären Holzkörper der ursprünglichen Stränge befinden sich somit zu innerst und springen meistens (besonders wenn die primären Stränge weit voneinander entfernt liegen) gegen das Mark hin vor; sie bilden die sog. Markkrone oder Markscheide (Fig. 65 *B*, *h'* und 67 *m s*).

Die Elemente des sekundären Holzkörpers sind zwar im allgemeinen übereinstimmend mit denen des primären Xylems, doch kommen einige Besonderheiten vor. Vor allem ist zu bemerken, daß sie wenigstens ursprünglich in radiale Reihen geordnet sind, da ja alle auf einem Radius liegenden Elemente aus einer Cambiumzelle hervorgegangen sind. Die Gestalt der Cambiumzellen ist langgezogen und etwas prosenchymatisch in der Richtung, daß die schräge Zuspitzungsfläche nur auf dem Tangen-

Digitized by Google

tialschnitt deutlich, d. h. im Profil sichtbar ist (Fig. 66 *A*). Durch Umbildung der den eigentlichen Cambiumzellen völlig ähnlichen Tochterzellen gehen die verschiedenen der Länge nach gestreckten Gewebeelemente hervor, welche den sekundären Holzkörper zusammensetzen. Das Holz unserer Bäume enthält folgende:

1) Tracheen, deren Längswände mit gehöften Tüpfeln versehen sind (echte Ring- und Spiraltracheen fehlen durchaus); es sind zum Theil echte Gefäße von größerem Querdurchmesser als die übrigen Elemente (daher diese meist in ihrer ursprünglichen Anordnung gestört), ihre Glieder meist von gleicher Länge wie die Cambiumzellen; die Querwände sind entweder ganz aufgelöst (einfache Perforation) oder nur durchbrochen (leiterförmige Perforation); zum Theil aber sind es Tracheiden, welche bald den Gefäßgliedern völlig ähnlich, sich nur durch den Mangel der Perforation unterscheiden, bald aber auch mehr die Form von Fasern besitzen (Fig. 66 *B*) und sich in ihrem übrigen Verhalten den eigentlichen Holzfasern oder Libriformfasern annähern, mit diesen selbst durch Übergangsformen verbunden sind. Auf der Längswand kommen bei einigen Hölzern (z. B. Linde) neben den Tüpfeln zarte Spiralverdickungen vor, welche von denen der eigentlichen Spiralgefäße außer der Zartheit auch dadurch verschieden sind, daß sie bei Verletzung sich nicht von der äußern Wandschicht loslösen;

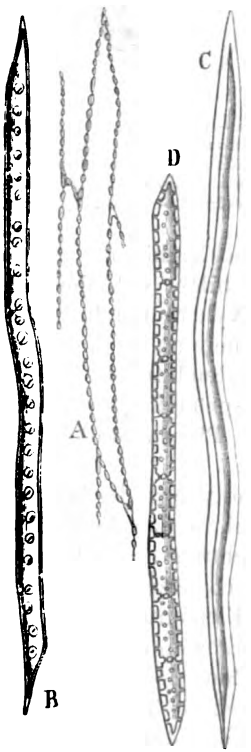


Fig. 66. *A* Cambiumzellen im tangentialen Längsschnitt, *B* faserförmige Tracheide, von außen gesehen, *C* Libriformfaser und *D* Holzparenchymgruppe, im Durchschnitt gesehen, aus dem Holze der Eiche, durch Mazeration isolirt (150).

2) Sklerenchymfasern, hier Holzfasern und, zum Unterschied von den eben erwähnten faserförmigen Tracheiden, Libriformfasern genannt; sie sind langgestreckt, fast immer länger als die Cambiumzellen, indem deren prosenchymatische Zuspitzung sich steigert und die spitzen Enden der einzelnen Zellen gleichsam zwischen einander hineinwachsen. Ihre Wände sind ungetüpfelt oder mit kleinen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 66 *C*);

3) Zellengewebe, welches zumeist in der Form des Holzparenchyms auftritt; dieses kommt durch wiederholte Quertheilung der Cambiumzellen zu stande; die aus je einer Cambiumzelle hervorgegangenen Parenchymzellen bilden eine durch die schrägen Wände der ersteren abgegrenzte Gruppe (Fig. 66 *D*). Es gehören hierher auch die Ersatzfaserzellen, welche ohne Quertheilung direkt aus Cambiumzellen hervorgehen. Die Wände der Zellen sind meist dünn, mit einfachen größeren Tüpfeln versehen.

Digitized by Google

Bezüglich der sehr mannigfaltigen Vertheilung dieser Elemente ist vor allem hervorzuheben, daß sämmtlichen Nadelhölzern die echten Gefäße und das eigentliche Holzparenchym fehlen, während die Markkrone, das primäre Xylem, Ring-, Spiral- und Netzgefäße enthält; das sekundäre Holz dieser Pflanzen besteht nur aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände die oben S. 51 Fig. 50 beschriebenen behöften Tüpfel besitzen.

Im Holz der Laubbäume, Sträucher und der Stengel stärkerer krautartiger Gewächse bilden die Libriformfasern meist die Grundmasse, welcher die Gefäße und Holzparenchymzellen eingestreut sind, jedoch in der Weise, daß die gleichartigen Elemente ein unter sich zusammenhängendes System bilden, sowie daß die Gefäße stets in direkter Nachbarschaft des Parenchyms auftreten.

Saftige Stammgebilde, welche in die Dicke wachsen, z. B. die Kartoffelknollen, enthalten in dem vom Cambium gebildeten Xylem nur dünnwandige saftreiche Parenchymzellen, zwischen welchen einzelne Gefäße verlaufen.

Der Holzkörper unserer Holzgewächse läßt schon für das bloße Auge konzentrisch angeordnete Schichten erkennen, welche man als Jahres-

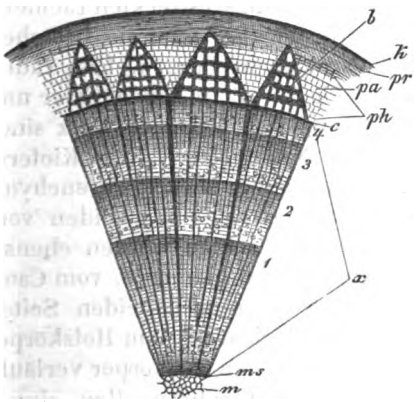


Fig. 67. Theil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig der Linde (schwach vergrößert), *m* Mark, *ms* Markscheide, *x* der sekundäre Holzkörper, *1*, *2*, *3*, *4* die vier Jahresringe; *c* Cambium, *ph* Bastkörper, *pa* primäre Markstrahlen, *b* Bastfasern, *pr* primäre Rinde, *k* Kork.

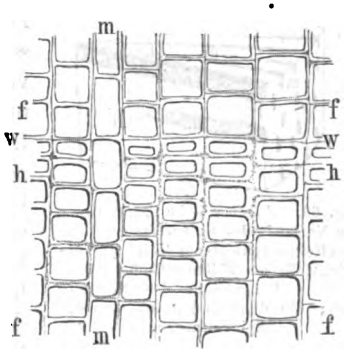


Fig. 68. Querschnitt des Fichtenholzes an der Grenze zweier Jahresringe; *m* ein Markstrahl, alles übrige sind Tracheiden, *f* lockeres Frühjahrsholz, *h* dichteres Herbstholz, *w* die Grenze zwischen dem Herbst- und folgenden Frühjahrsholz; zwischen *h* und *w* die abgeplattete Grenzzone (250).

ringe (Fig. 67 *1* bis *4*) bezeichnet. Es rührt diese Schichtung daher, daß das im Frühjahre gebildete Holz eine andere Beschaffenheit besitzt, als das im Sommer gebildete; da nun die äußeren Bedingungen, von welchen diese Verschiedenheit abhängt, im Laufe eines Jahres sich allmählich ändern, während des Winters aber kein Holz entsteht, so ist leicht erklärlich, daß innerhalb des in einem Jahre gebildeten Ringes eine allmähliche Änderung im Bau des Holzes von innen nach außen beobachtet wird und daß die Grenze zwischen zwei Jahresringen ziemlich scharf ausgeprägt ist. Die ana-

Digitized by Google

tomische Ursache des Hervortretens der Jahresringe liegt für sämmtliche Hölzer darin, daß die letzten Holzelemente des Jahresringes, die Grenzzone, stets abgeplattet sind, d. h. einen sehr kurzen Radialdurchmesser besitzen (Fig. 68 *w*); bei den Nadelhölzern kann man, abgesehen von dieser Grenzzone, noch zwei Schichten unterscheiden: das aus dünnwandigen Tracheiden gebildete Frühlingsholz (Fig. 68 *f*) und das aus dickwandigen Tracheiden gebildete Herbstholz (Fig. 68 *h*). Bei den Laubhölzern nimmt die Anzahl und Größe der Gefäße in jedem Jahresringe von innen nach außen ab. Geschieht dies allmählich, so nimmt das bloße Auge keinen auffallenden Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstholz wahr (zerstreutporige Hölzer, z. B. Buche, Linde, Ahorn, Nußbaum); einige Holzarten zeigen aber im Frühlingsholz einen Ring von auffallend großen Gefäßen, während im Herbstholze nur viel kleinere Gefäße vorkommen (ringporige Hölzer, z. B. Eiche, Ulme, Esche).

Außer den bisher betrachteten, der Länge nach gestreckten Elementen enthält der Holzkörper auch noch Gruppen von radial gestreckten Elementen, die Markstrahlen, auch Spiegelfasern oder Parenchymstrahlen genannt. Diese erscheinen auf dem Querschnitt als radiale Streifen, auf dem Radialschnitt als radiale Bänder von beschränkter Höhe, auf dem Tangentialschnitt als elliptische, von den längsgestreckten Elementen umzogene Nester (Fig. 69); sie bestehen zumeist aus Parenchymzellen, welche radial sehr gestreckt (Fig. 68 *m*), in tangentialer und vertikaler Richtung dagegen sehr kurz sind; nur bei einigen Nadelhölzern (wie Kiefern, Lärchen u. a.) sind außer diesen Parenchymzellen auch radial gestreckte Tracheiden vorhanden. Diese Markstrahlen werden ebenso, wie die längsgestreckten Elemente, vom Cambium erzeugt und zwar nach beiden Seiten hin, so daß jeder Markstrahl vom Holzkörper durch das Cambium in den Bastkörper verläuft. Hat eine Gruppe von Cambiumzellen einmal begonnen, Markstrahlgewebe zu erzeugen, so thut sie dies fortwährend; je mehr der Umfang des Holzkörpers zunimmt, an desto mehr Stellen beginnt im Cambium die Markstrahlbildung, desto mehr Markstrahlen zerklüften den Holzkörper. Diejenigen Markstrahlen, welche innen bis zum Mark (und außen bis zur primären Rinde) reichen, d. h. schon mit Beginn des Dickenwachsthums entstanden, heißen primäre. Es sind diese bei einigen Pflanzen aus dem ganzen Interfascicularcambium hervorgegangen, entsprechen somit ihrer Lage nach den Markverbindungen (z. B. Clematis), bei anderen dagegen nur an einzelnen Stellen des Interfascicularcambiums (z. B. Hainbuche); auch im primären Xylem der Stränge können schon primäre Markstrahlen vorkommen. Sekundäre Markstrahlen heißen diejenigen, deren Bildung erst später erfolgte, die also nicht bis zum Marke reichen, sondern innen im Holzkörper blind endigen. Wo die Mark-

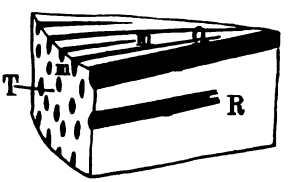


Fig. 69. Schematische Darstellung des Verlaufs der Spiegelfasern: aus dem Holz geschnittener Keil. *Q* Querschnittsfläche, *R* Radialfläche, *T* tangentiale Außenfläche des Holzkörpers; die dunkeln Partien sind die Spiegelfasern.

Digitized by Google

strahlen (wenigstens einzelne) sehr groß sind, fallen sie dem bloßen Auge sehr leicht auf, z. B. im Holz der Buche und Eiche. Das Markstrahlparenchym tritt in unmittelbare Berührung mit dem Holzparenchym und gleich diesem mit den Gefäßen. Zwischen den Parenchymzellen verlaufen in radialer Richtung luftführende Intercellularräume.

Sekretbehälter fehlen dem sekundären Holze nicht; so finden sich zuweilen Krystallschläuche, Milchröhren; besonders aber sind die Harzgänge zu nennen, welche bei vielen Nadelhölzern (z. B. Kiefern, Fichten, Lärchen) der Länge nach und in den stärkeren Markstrahlen verlaufen; bei anderen (wie Weißtanne, Cupressineen) erfüllt das Harz besondere Schläuche im Holze.

Das Holz vieler stärkerer Bäume läßt eine bisweilen sehr auffallende Verschiedenheit zwischen den älteren inneren Theilen des Holzkörpers, dem Kernholz, und den äußeren jüngeren, dem Splint, erkennen. Diese beruht auf Veränderungen, die das in seinen Elementen längst fertige Holz im Laufe der Jahre erfährt; das veränderte Holz, der Kern, ist stets wasserärmer, führt in den Parenchymzellen keine Stärke und ist häufig dunkler gefärbt (z. B. Kiefer, Lärche, Eiche). —

Der vom Cambium gebildete sekundäre Bastkörper erreicht keine so bedeutende Mächtigkeit wie der Holzkörper; er besteht aus Siebröhren, Bastfasern und Parenchymzellen in verschiedener, nur sehr selten regelmäßiger Anordnung; bisweilen liegen die Bastfasern in Schichten, so daß man sie in ausgedehnten zusammenhängenden Stücken abziehen kann (z. B. Linde). Jahresringbildung tritt nicht hervor. Die Markstrahlen durchziehen, wie bereits oben erwähnt, den Bastkörper in entsprechender Ausdehnung, wie den Holzkörper. Bei mehreren Bäumen werden die Markstrahlzellen (und andere Zellen) des Bastkörpers sklerenchymatisch, z. B. bei der Buche, wo sie an der dem Cambium angrenzenden Fläche trockener »Rinde« als harte Kämme vorragen. — Von Sekretbehältern sind im sekundären Bastkörper vor allem Krystallschläuche als sehr häufig vorkommend namhaft zu machen; Schleimschläuche und Milchröhren kommen bei den damit versehenen Pflanzen regelmäßig auch im sekundären Phloëm vor; ebenso (jedoch mit Ausnahme der meisten Coniferen) auch die Harzgänge. — Da das Cambium fortwährend seinen Umfang vergrößert, so muß der außerhalb liegende Bastkörper, besonders in seinen äußeren Partien, sehr stark gedehnt werden. Diese Dehnung trifft natürlich vorzugsweise die noch wachsthumsfähigen parenchymatischen Elemente, während die Bastfasern nicht mehr veränderungsfähig sind; daher trifft man häufig besonders die Markstrahlen nach außen stark verbreitert (s. Fig. 67 *pa*). — Da man im gewöhnlichen Leben alle außerhalb des Cambiums liegenden Gewebe als Rinde zu bezeichnen pflegt, nennt man den vom Cambium erzeugten Bastkörper auch sekundäre Rinde, zum Unterschiede von der noch weiter außen liegenden primären Rinde, nämlich der eigentlichen, dem Grundgewebe angehörigen Rinde. —

Die Zellen des Cambiumringes, welcher zwischen Holz und Bastkörper liegt, sind sehr protoplasmareich und zerreißen besonders zur Zeit ihrer

Digitized by Google

Thätigkeit (vom Frühjahr bis zum August) sehr leicht; daher läßt sich alsdann die »Rinde« leicht vom Holz losschälen.

Manche Holzpflanzen, die indeß nur zum geringsten Theile bei uns einheimisch sind, weichen in der Entstehung und Anordnung des Cambiumringes von dem hier geschilderten allgemeinen Typus ab. Hier seien nur die baumartigen Liliaceen erwähnt (Yucca, Dracaena), als die einzigen Monocotyledonen, deren Stämme in die Dicke wachsen. Da hier die Stränge geschlossen sind, existirt kein Cambium und es wird das Dickenwachsthum nur dadurch möglich, daß in einer ringförmigen Zone des Grundgewebes Neubildung, sowohl von Grundgewebe, als von einzelnen geschlossenen Fibrovasalsträngen erfolgt.

§ 35. Das **Grundgewebe** umfaßt die inneren Gewebe, welche den Raum zwischen den Fibrovasalsträngen und der Epidermis ausfüllen (s. oben Fig. 60 *g*); es besteht entweder durchaus aus Zellengewebe oder solches bildet wenigstens eine Art Grundmasse, in welche andere Gewebeformen eingelagert sind.

I. Das Zellengewebe ist in der Regel Parenchym und man hat daher auch diesen letzteren Namen als spezielle Bezeichnung für die aus wirklichen Zellen bestehenden Komplexe des Grundgewebes verwendet; zwischen den Zellen ziehen sich lufthaltige Intercellularräume hin. Relativ selten ist die Gestalt der Zellen prosenchymatisch, so in den Blattstielen vieler Farne, dem Stamme der Lycopodinen; auch bei Moosen, deren sämmtliches Gewebe als Grundgewebe bezeichnet werden kann, findet sich häufig prosenchymatisches Zellengewebe.

Die Ausbildung der Zellen steht im engsten Zusammenhang mit ihrer physiologischen Funktion; man kann chlorophyllführendes und chlorophyllfreies Zellengewebe unterscheiden; dieselben gehen aber allmählich ineinander über, indem z. B. in Stengeln und Blattstielen der Chlorophyllgehalt von außen nach innen abnimmt; in saftigen Früchten schwindet mit der Reife das Chlorophyll.

1) Stets chlorophyllführend und seinem Bau nach der Funktion des Chlorophylls angepaßt ist das Mesophyll, das Grundgewebe der Laubblätter. Die Anordnung und der Bau dieses Mesophylls ist entweder zentrisch oder bifazial; in letzterem Falle tritt eine Verschiedenheit im Bau der beiden Blattflächen hervor, derart, daß die der Oberseite angehörigen Zellen sich zu sog. Pallisadenparenchym ausbilden, jene der Unterseite zu Schwammparenchym. Ersteres besteht entweder aus senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen mit nur schmalen Intercellularräumen (Fig. 70 *pa*), oder aus Zellen, welche in der gleichen Richtung mit Einfaltungen versehen sind und dadurch eine Vergrößerung der von den wandständigen Chlorophyllkörnern besetzten Oberflächen herbeiführen. Im Schwammparenchym dagegen (Fig. 70 *sp*) sind die Zellen von höchst unregelmäßiger Gestalt, häufig in der Richtung gegen die Fibrovasalstränge zu gestreckt, und durch weite Intercellularräume voneinander getrennt. Es ist einleuchtend, daß durch letzteren Umstand auch für das bloße Auge die Oberseite ein dunkleres Aussehen erhält, als

Digitized by Google

die hellere matte Unterseite. Unter Oberseite ist hier im allgemeinen die dem Lichte zugewendete Fläche zu verstehen, welche weitaus am häufigsten auch der morphologischen Oberseite entspricht; einige Blätter jedoch (z. B. Allium ursinum) drehen sich während ihrer Entwickelung, so daß die morphologische Oberseite sich so ausbildet, wie sonst die Unterseite, und umgekehrt. Bei zentrischer Anordnung dagegen, welche besonders bei radiärer Gestalt des Blattes, aber auch nicht selten bei flacher Gestalt vorkommt, breitet sich das Pallisadenparenchym rings um den ganzen Querschnitt aus, während der zentrale Theil entweder von einem allmählich lockerer werdenden Gewebe (wie bei manchen Palmen, Gräsern, Crassula) oder von einem besonderen chlorophyllfreien Gewebe, der Mittelschicht, eingenommen wird (so bei Aloe, den Kiefern, manchen Gräsern u. a.).

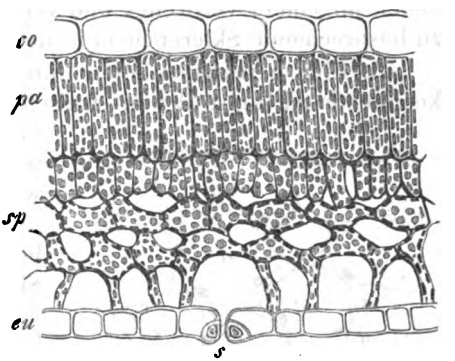


Fig. 70. Querschnitt durch ein Stück des Buchenblattes (350). *co* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite, *S* Spaltöffnung; *pa* Pallisadenparenchym; *sp* Schwammparenchym.

2. Von chlorophyllfreiem Zellgewebe seien genannt die Zellen der unten (§ 50) anzuführenden Reservestoffbehälter, wie Knollen, Samen, welche sich mit Stärke, Zucker, Inulin, Fett u. s. w. füllen, die Zellen des Markes, der tieferen Rindenschichten der Stengel u. a. Hierher gehört auch das Wassergewebe, dessen Zellen mit reichlicher wässeriger Flüssigkeit oder einem dünnen Schleime gefüllt sind und ein Wasserreservoir bald unter der Epidermis (z. B. Peperomia), bald im Innern (z. B. Aloe) bilden. Manche Komplexe des Grundgewebes sterben im Verlauf der Ausbildung des betreffenden Pflanzentheils ab, ohne gerade in eine besondere Gewebeform überzugehen, so das Mark der Holzpflanzen vollständig (z. B. Sambucus) oder wenigstens theilweise.

3. Eine besonders ausgezeichnete Form des Zellengewebes ist die Endodermis (auch Schutzscheide genannt), nämlich eine einfache Schicht von Zellen, welche sehr häufig das Grundgewebe gegen die Fibrovasalstränge abgrenzt. Ihre Zellen schließen lückenlos aneinander, sind an den tangentialen und den radialen Wänden cuticularisirt, zeigen in Folge der durch die Präparation herbeigeführten Veränderungen an letzteren stets charakteristische Faltungen, und werden dadurch weniger durchlässig für wässerige Lösungen. Doch wird deren Durchtritt nicht immer ganz verhindert, häufig, nur beschränkt auf die dem Xylem entsprechenden Radien (s. z. B. Fig. 64 *A*, *ed*, wo die vor den Xylemgruppen liegenden Zellen unverdickt, die übrigen verdickt sind). Außerdem kommt ihnen noch mechanische Bedeutung zu. Eine solche Endodermis umgiebt entweder einzelne Fibrovasalstränge an deren ganzem Umfange (z. B. Fig. 64) oder bildet eine

Digitized by Google

der Oberhaut ungefähr parallele Schicht, welche die Außenseite der Fibrovasalstränge berührt.

4) Das Collenchym besteht aus langgestreckten oder auch kurzen Zellen, welche an den Kanten mit einer weichen Verdickungsmasse versehen sind (Fig. 71 *cl*); es ist in den Stengeln und Blattstielen der Dicotyledonen allgemein verbreitet und vertritt seiner Funktion nach das sogleich zu besprechende Sklerenchym in noch wachsenden Theilen.

II. Eine gesonderte Betrachtung verdient das im Grundgewebe vorkommende Sklerenchym. Dasselbe ist theils mit dem eben erwähnten Collenchym, theils auch mit dem gewöhnlichen Zellengewebe des Grundgewebes durch Übergangsformen verbunden. Wie bereits oben (S. 54) angegeben, heißen Zellen, welche ihre Wandung dem Sklerenchym gleich ausbilden, aber zum Unterschied von diesem noch einen lebenskräftigen Protoplasmakörper enthalten, sklerotisch. Sowohl den sklerotischen Zellen, als demeigentlichen Sklerenchym, kommt die Funktion zu, die Festigkeit der Pflanzentheile herzustellen; es steht daher auch ihre Anordnung vielfach mit mechanischen Forderungen in Einklang; so wird z. B. die nothwendige Biegungsfestigkeit mit dem geringsten Materialaufwand dadurch erreicht, daß die festen Elemente Stränge nahe der Peripherie bilden, wie wir dies auch thatsächlich als häufige Lagerungsweise des Sklerenchyms und der sklerotischen Zellen finden.

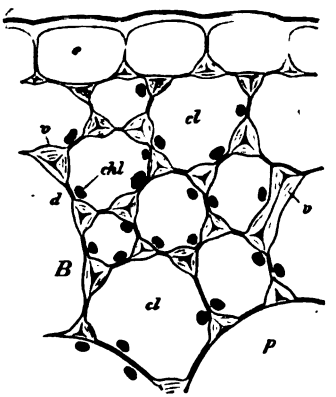


Fig. 71. Collenchymgewebe (*cl*) im Blattstiel von Begonia (Querschnitt, 550); *e* Epidermis, *c* Cuticula; *chl* Chlorophyllkörner, *v* Verdickungsmasse der Collenchymzellen, *p* Parenchymzellen (nach *Sachs*).

Bei den Farnen sind diese mechanisch wirksamen Elemente am wenigsten unterschieden von den übrigen; hier finden wir fast ausschließlich sklerotische Zellen, welche nebenbei oft auch Stärke führen, in den äußeren Schichten der Blattstiele, in den Nerven beiderseits der Stränge und anderwärts. Schärfer differenzirt ist das Sklerenchym bei den Phanerogamen, wo es in deutlicher Faserform auftritt. Die Sklerenchymfasern sind hier bald der Epidermis unmittelbar genähert, in Form einer mehr oder minder kontinuirlichen Schicht (z. B. in den Blättern der Cycadeen, vieler Coniferen) oder einzelner Bündel (wie bei Typha, vielen Cyperaceen). In anderen Fällen ist das Sklerenchym durch einige Zellschichten von der Epidermis getrennt und bildet dann ebenfalls einen geschlossenen Ring (z. B. Allium, Fig. 72 *B*, Berberis, viele Nelkengewächse) oder einzelne Bündel (z. B. Arum, Fig. 72 *A*, bei manchen Palmen u. a.).

Vielfach tritt dieses Sklerenchym in enge räumliche Beziehung zu den Fibrovasalsträngen, indem es entweder vollständige Scheiden um dieselben bildet (z. B. Fig. 63, S. 65) oder denselben wenigstens angelagert ist (Fig. 72 *C*). Es ist dann oft nicht möglich, zu entscheiden, ob dieses Sklер-

Digitized by Google

enchym dem Stranggewebe angehört oder nicht, und es ist ja begreiflich, daß ebensogut, wie im Grundgewebe, so auch im Stranggewebe Elemente auftreten, welche die Festigkeit herstellen.

Während die bisher besprochenen Sklerenchymgewebe ein auf mehr oder minder lange Strecken zusammenhängendes System bilden, finden wir auch andere, lokalisirte Sklerenchymkomplexe, deren Elemente nicht die ausgesprochene gestreckte Faserform besitzen, so in den Stacheln und Dornen, in den harten Schalen vieler Früchte und Steinkerne, sowie auch vereinzelte oder gruppenweise vereinigte Sklerenchymelemente von kurzer Gestalt, so im Fleisch der Birnen, in vielen lederigen Blättern.

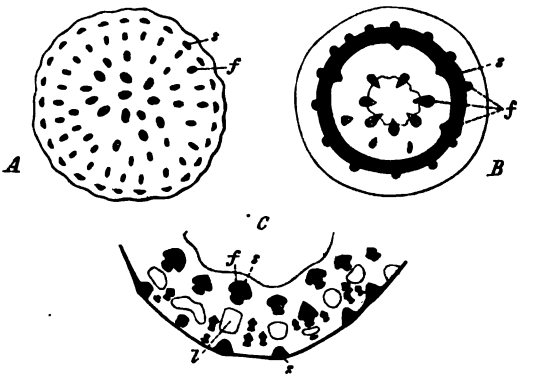


Fig. 72. Anordnung des Sklerenchyms (*s*) auf dem (schematischen) Querschnitt von *A* Arum maculatum, *B* Allium vineale *C* Juncus glaucus; *f* Fibrovasalstränge; *l* Luftlücken (z. Th. nach *Schwendener*).

III. Die Sekretbehälter des Grundgewebes finden sich, abgesehen von den im Mesophyll vorkommenden Lücken und Schläuchen, vorzugsweise in den äußeren Partien, der Rinde; die Milchröhren stehen in der engsten Beziehung zu den im Phloëm vorhandenen Behältern.

§ 36. **Die Hautgewebe.** Bei den niederen Pflanzen ist das Hautsystem nicht scharf geschieden vom Grundgewebe und wird eigentlich nur von den äußeren Schichten des letzteren gebildet. Bei den höheren Pflanzen ist die gewöhnliche Form des Hautgewebes die Epidermis oder Oberhaut (Fig. 60 *e*); diese überzieht die meisten einjährigen Pflanzentheile und besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, deren Zellen allseitig (mit Ausnahme der Spaltöffnungen, s. u.) ohne Zwischenzellräume zusammenschließen; an manchen Pflanzentheilen (z. B. Zwiebelschalen, Begonienblättern) läßt sie sich als dünnes durchsichtiges Häutchen leicht abziehen. In einzelnen Fällen (z. B. Blätter von Ficus, Peperomia) zerfällt die ursprünglich einschichtige Epidermis in zwei oder mehr Zellschichten, von denen dann aber nur die äußerste den Charakter der eigentlichen Epidermis trägt. Zuweilen sind die Epidermiszellen nur wenig verschieden von denen der darunter liegenden Schichten, so z. B. an den Wurzeln und den Blättern mancher Wasserpflanzen; wesentliche Verschiedenheiten jedoch von dem darunterliegenden Gewebe zeigen sie bei den an der Luft wachsenden Stengeln und Blättern, wo sie meistens noch durch besondere andere Bildungen, wie Spaltöffnungen und Haare, ausgezeichnet sind. Seltener enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, hingegen öfters gelöste Farb-

Digitized by Google

stoffe. Ihre Form ist an stark in die Länge wachsenden Pflanzentheilen meist langgezogen, an breiten Blättern meist breit tafelförmig; sehr häufig sind die Seitenwände wellenartig gebogen, so daß die benachbarten Epidermiszellen ineinander eingreifen (Fig. 73 *B*). Die äußerste Wandfläche ist gewöhnlich stärker verdickt, als die übrigen Wände; ihre äußerste Hautschicht ist immer cuticularisirt und heißt Cuticula; sie ist gegen die inneren Hautschichten, welche auch in verschieden hohem Grade cuticularisirt sind, scharf abgesetzt (Fig. 73, *c*) und läuft ununterbrochen über die ganze Epidermis hin; sie überzieht auch die nach außen vorspringenden

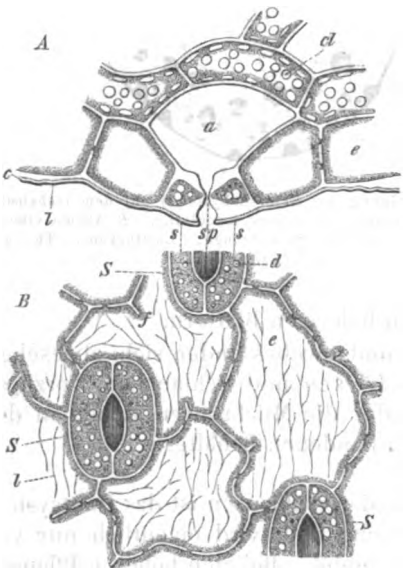


Fig. 73. Epidermis mit Spaltöffnungen von der Blattunterseite von Helleborus foetidus; *A* im Querdurchschnitt, *B* von der Fläche gesehen (300 mal vergr.); *e* Epidermiszellen, *c* Cuticula, *l* Verdickungsleisten der Außenwand, *f* Falten der Seitenwände; *S* Spaltöffnung, *s* Schließzellen, *sp* Spalte, *a* Athemhöhle; *cl* Mesophyll.

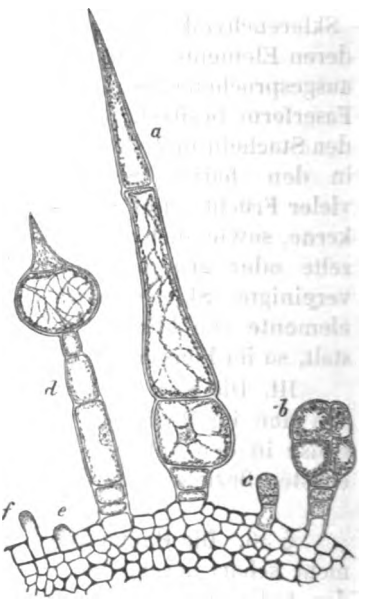


Fig. 74. Haare auf einem jungen Fruchtknoten von Cucurbita (100); *b* Köpfchenhaar, *c*, *e*, *f* junge Zustände.

Verdickungen der Außenwand (Fig. 73 *A*, *l*). Der Cuticula vieler oberirdischer Pflanzentheile sind Wachspartikelchen eingelagert, welche deren Oberfläche vor Benetzung mit Wasser schützen; öfters tritt dieses Wachs an der äußeren Fläche in Form von kleinen Körnchen, Stäbchen oder Krusten hervor und bildet dann bald einen abwischbaren, bläulichen Reif (z. B. auf den Pflaumen u. a.), bald aber auch größere Ansammlungen wie auf den Früchten von Myrica cerifera, den Stämmen mancher Palmen (Ceroxylon andicola und Klopstockia cerifera).

Die Spaltöffnungen sind Organe, welche stellenweise den Zusammenhang der Epidermiszellen unterbrechen und die Verbindung der in den Intercellularräumen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermitteln.

Digitized by Google

Jede Spaltöffnung besteht aus zwei eigenthümlich gebauten Epidermiszellen, den Schließzellen, welche von der Fläche gesehen meist halbmondförmig sind (Fig. 73 *s*) und zwischen sich die Spalte (*sp*) einschließen. Diese führt zu der Athemhöhle (Fig. 73 *A*, *a*), einem größeren Intercellularraume zwischen der Epidermis und dem darunterliegenden Gewebe, mit welchem die übrigen Zwischenzellräume kommuniziren. Die gesammte Spaltöffnung entsteht dadurch, daß eine junge Epidermiszelle sich in zwei Zellen, die beiden Schließzellen, theilt, welche von einer anfangs einfachen, später sich spaltenden Scheidewand getrennt werden. Durch verschiedene äußere Einflüsse wird die Spalte bald verengert, bald erweitert (s. unten § 44), was durch Formänderung der Schließzellen bewirkt wird. Die Spaltöffnungen finden sich an fast allen oberirdischen Pflanzentheilen, besonders zahlreich auf Blättern (bis 600 auf einem Quadratmillimeter), fehlen meistens an in Wasser untergetauchten und immer an den Wurzeln.

Die Haare sind Produkte der Epidermis und entstehen durch Auswachsen meist einer Epidermiszelle (Fig. 74 *c*, *f*), welche einfach ohne Scheidewand bleiben kann (z. B. die Wurzelhaare, welche den sammetartigen Überzug auf jungen Wurzeln bilden, die Haare der Samenschale von Gossypium, aus welchen die Baumwolle besteht), oder sich wiederholt theilt, und eine Zellreihe erzeugt (Fig. 74 *a*, *d*); die ausgewachsene Epidermiszelle kann sich aber auch nach der Quere und Länge oder nach verschiedenen Richtungen theilen und so eine Zellfläche (z. B. die Spreuschuppen auf den Blättern der Farnkräuter) oder Zellkörper (z. B. die starken Haare auf den Früchten der Disteln und ähnlicher Pflanzen) erzeugen. Wird ein Haar nur an der Spitze zu einem Zellkörper oder schwellen die obersten Zellen stärker an, so heißt es Köpfchenhaar (Fig. 74 *b*). In manchen Fällen verschwindet der Inhalt der Haarzellen schon frühzeitig, so z. B. bei der Baumwolle, und wird durch Luft ersetzt. Die Membran verdickt sich bisweilen stark und lagert nicht selten auch größere Mengen von Kalk und Kieselsäure in sich ein. Die Brennhaare der Brennnesseln und anderer Pflanzen erzeugen einen scharfen Stoff, welcher dadurch, daß die Spitze sehr leicht abbricht, in die berührende Hand gelangt.

Die äußeren Drüsen sind die Sekretionsorgane der Epidermis, welche ihr Sekret nach außen aus dem Pflanzenkörper ausscheiden; es geschieht dies

a) einfach durch Austreten des im Innern der Zelle gebildeten Sekretes durch die nicht cuticularisirte Außenwand, so in vielen Nektarien der Blüthen, wo durch osmotische Wirkung des Sekrets noch vermehrte Wasserausscheidung veranlaßt wird; hierher gehören auch die Digestionsdrüsen, welche ein zur Auflösung fremder Stoffe dienendes Sekret absondern, z. B. auf den Haaren von Drosera, s. unten Fig. 84;

b) das Sekret, häufig von klebriger Beschaffenheit, tritt in der Zellwand unter der Cuticula auf, hebt diese ab und zersprengt sie schließlich. Es findet diese Sekretion statt häufig auf der Fläche der Epidermis (z. B. an jungen Birkenzweigen) oder auf besonderen umgrenzten Stellen der Epidermis (z. B. in den Nektarien mancher Blüthen), oder endlich sehr

Digitized by Google

häufig an der Spitze von Köpfchenhaaren (z. B. Primula sinensis, Aspidium, Fig. 75); solche drüsige Köpfchenhaare sind auch die Leimzotten, welche die jungen Organe in den Winterknospen der Bäume bedecken und mit ihrem Sekret die sich entfaltenden Blätter überziehen.

An Pflanzentheilen, welche in die Dicke wachsen, wie die Stämme und Zweige der Holzpflanzen, die Kartoffelknollen, die rübenförmigen Wurzeln, vermag die Epidermis der dadurch bedingten Dehnung gewöhnlich nicht zu folgen und es entsteht, meistens zunächst aus dem Rindengewebe, ein neues Hautgewebe, der Kork, auch Periderma genannt. Derselbe besteht aus tafelförmigen, rechtwinklig zur Oberfläche des Pflanzentheiles

Fig. 75. Drüsenhaar von der Basis der Spreuschuppe von Aspidium Filix mas (200); *s* das Sekret, welches zwischen der inneren Wandschichte *m* und der Cuticula *c* auftritt.

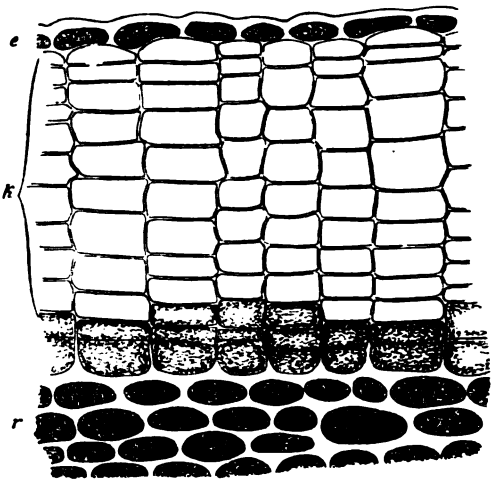


Fig. 76. Kork eines einjährigen Zweiges von Ailanthus glandulosa (Querschnitt, 350); *e* die abgestorbene Epidermis, *k* Korkzellen, innen noch theilungsfähig, als Phellogen, entstehend aus den Zellen der grünen Rinde (*r*).

reihenweise angeordneten Zellen, den Korkzellen, deren Membranen für Wasser kaum durchdringbar, verkorkt sind, deren Inhalt bald durch Luft ersetzt wird (Fig. 76 *k*). Die Korkzellen entstehen durch tangentiale Theilung der Zellen eines hierzu bestimmten Meristems, des Phellogens, welches häufig nach innen hin noch parenchymatische, chlorophyllreiche Zellen, das Peridermparenchym, der Rinde hinzufügt.

Nur bei sehr wenigen Holzpflanzen, der Mistel und einer Ahornart (Acer pennsylvanicum), unterbleibt die Korkbildung völlig, oder tritt bei Evonymus) erst an mehrjährigen Zweigen auf. Gewöhnlich erfolgt sie schon an einjährigen Zweigen gegen Ende des Sommers, wodurch deren ursprünglich grüne Farbe ins bräunliche übergeht. Dieses Periderm, welches zum Ersatz der absterbenden Epidermis dient, und welches wir das primäre nennen wollen, bildet sich gewöhnlich in der der Epidermis unmittelbar angrenzenden äußersten Zellschicht der Rinde; nur selten (Salix, Pomaceen) wird die Epidermis selbst zum Phellogen, oder das Phellogen tritt in tieferen Rindenschichten (Leguminosen, Lärche, Ribes), selbst erst im

Digitized by Google

Phloëm auf (Weinstock). Wegen der Undurchlässigkeit der Korkzellen für Wasser müssen alle außerhalb des Periderms liegenden Gewebe vertrocknen; diese in Folge der Peridermbildung vertrocknenden Gewebe, welche somit verschiedenen Gewebesystemen angehören und die verschiedensten Zellformen enthalten können, werden als Borke bezeichnet. In den Wurzeln bildet sich das primäre Periderm stets im Pericambium; es wird folglich die gesammte, oft sehr mächtige Rinde in Borke verwandelt und abgeworfen.

Wo das primäre Periderm in den äußeren Rindenschichten (oder der Epidermis) entsteht, bildet es mehrere Jahre hindurch die äußere Umhüllung der Zweige; es kann dabei sehr mächtig werden (z. B. an der Korkeiche) und in abwechselnd dichtere und lockerere Schichten gegliedert sein (z. B. bei der Birke, wo sich die Schichten als weiße Häutchen abziehen lassen; bisweilen (Acer campestre, Korkulme) tritt es an einzelnen Kanten der Zweige flügelartig vor.

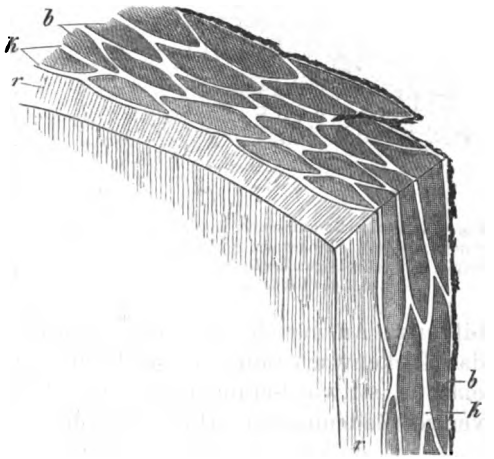


Fig. 77. Borkenbildung der Lärche an einem quer und längs durchschnittenen Rindenstück (nat. Gr.). *r* die noch lebende (sekundäre) Rinde; *K* Korklamellen; *b* die durch dieselben isolirten Borkenschuppen.

Bei wenigen Bäumen (z. B. Weißtanne) bleibt dieses primäre Periderm viele Jahre oder zeitlebens (Buche) erhalten, indem entsprechend der Dickenzunahme des Stammes die äußersten Korkzellen sich abschülfern, während das tangential sich dehnende und wachsende Phellogen neue bildet. In den meisten Fällen entstehen schon nach wenigen Jahren neue, sekundäre Peridermlagen in tieferen Gewebeschichten, womit natürlich eine ausgiebige Borkebildung verbunden ist. Wenn die neuen sekundären Peridermlagen nur einen Theil des Umfangs einnehmen und sich mit ihren Rändern an die vorhergegangenen Peridermlagen anschließen (Fig. 77 *k*), so entsteht die Schuppenborke, d. h. einzelne inselartige, schuppenförmige Gewebekomplexe gehen in Borke über (Fig. 77 *b*). Diese Borke wird durch die Dickenzunahme gedehnt und zerreißt in Folge dessen; dabei können die Borkeschuppen sich vom Stamme loslösen (Platane) oder auf einander haften bleiben (Kiefer, Lärche) oder auch der Länge nach durch Bastfasern in Zusammenhang gehalten werden (Robinia). Wo hingegen schon das primäre Periderm in tieferen Rindenschichten auftritt, da bilden oft die sekundären Periderme lauter unter sich parallele, in sich geschlossene Ringe; es werden daher hohlzylindrische Rindenstücke in Borke verwandelt (Ringelborke). Die in diese Borke eingeschlossenen Bastfasern bedingen ihr longitudinales Zerreißen (z. B. Weinstock, Clematis, Thuja).

Digitized by Google

Wie die Epidermis Spaltöffnungen besitzt, so finden sich auch im Periderm Organe vor, welche den Zutritt der umgebenden Luft zum lebenden Rindengewebe ermöglichen; es sind dies die Lenticellen oder Rindenporen, nämlich meist kreisförmig umschriebene Stellen des Periderms, an welchen die Korkzellen nicht lückenlos zusammenschliessen, sondern durch Zwischenzellräume von einander getrennt sind (Füllzellen, Fig. 78 *l*). Die Lenticellen sind am leichtesten wahrzunehmen an einjährigen Zweigen, wo sie im Sommer in Gestalt bräunlicher oder weißlicher Flecke an den Stellen auftreten, an welchen sich in der Epidermis Spaltöffnungen befinden. Von hier aus beginnt auch die allgemeine Korkbildung. An manchen Bäumen (z. B. Birke) werden die Lenticellen durch das Dickenwachsthum in die Breite gezogen. Wo die Korkschicht sehr mächtig ist (wie bei der Korkeiche), bilden die Lenticellen tiefe, mit pulverigen Zellenmassen erfüllte Kanäle.

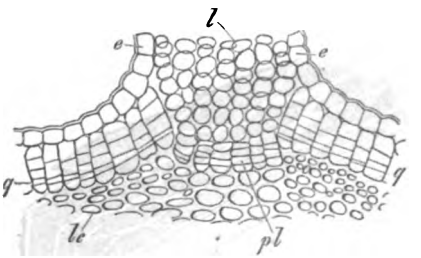


Fig. 78. Lenticelle auf einem Zweigquerschnitt von Sambucus (300); *e* Epidermis, *q* Phellogen, *l* die Füllzellen, *pl* das Phellogen der Lenticelle, *lc* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym.

§ 37. **Das Urmeristem und die Scheitelzelle.** An den Vegetationspunkten sind die bisher beschriebenen Zell- und Gewebeformen noch nicht vorhanden, hier findet sich vielmehr ein Gewebe, dessen Zellen sämmtlich theilungsfähig, protoplasmareich, mit großen Zellkernen versehen, dünnwandig sind und ohne Intercellularräume zusammenschließen, das Urmeristem oder Urgewebe. Aus diesem bilden sich allmählich die verschiedenen Gewebesysteme heraus durch verschiedene Ausbildung der anfangs gleichartigen Zellen. Die meisten Blätter, Früchte und manche andere Organe bestehen in ihrer frühesten Jugend ganz und gar aus Urmeristem, welches sich später überall in die verschiedenen Gewebeformen und -Systeme umbildet, so daß gar kein Urmeristem mehr übrig bleibt. An solchen Organen hingegen, welche ein lange andauerndes Scheitelwachsthum besitzen, wie die meisten Stengel und Wurzeln, bildet sich in demselben Maße, als das Urgewebe in Dauergewebe übergeht, fortwährend wieder neues Urmeristem durch Entstehung neuer Zellen dicht am Scheitel. Dieses sich fortwährend regenerirende Urmeristem gibt auch für die normal entstehenden seitlichen Bildungen das Urmeristem ab, so daß also sämmtliches Urmeristem an den zahlreichen Vegetationspunkten der Zweige und Wurzeln eines Baumes direkt von dem Urmeristem des Keimpflänzchens abstammt. Nur für adventive Bildungen findet Neubildung von Urmeristem aus älterem Gewebe statt (vergl. oben § 3). An der Wurzelspitze bildet das Urmeristem nach rückwärts die Gewebe des Wurzelkörpers, nach der entgegengesetzten Seite die Wurzelhaube, deren äußerste Zellen fortwährend abgestoßen werden.

Digitized by Google

Bei den Kryptogamen geschieht die fortwährende Bildung des Urmeristems durch Vermittelung einer einzigen, durch Größe und Form ausgezeichneten, die Spitze des Organs einnehmenden Zelle, der Scheitelzelle (Fig. 79 *v*). Aus ihr entstehen sämmtliche Zellen des Urmeristems und somit des ganzen Pflanzenkörpers dadurch, daß sie sich in bestimmter Reihenfolge in je zwei Zellen theilt, von denen die eine der ursprünglichen Scheitelzelle an Gestalt ähnlich bleibt, wächst und wieder als Scheitelzelle fungirt, während die andere, das sog. Segment, durch weitere Theilungen (*a*, *b*, *c*, Fig. 79) einen Theil des Gewebes des betreffenden Organs bildet; das ganze Gewebe desselben setzt sich aus den einzelnen nacheinander erzeugten Segmenten zusammen. Die Art der Bildung der Segmente ist bei einigen Algen sehr einfach, wo die Scheitelzelle sich bloß durch Querwände theilt, die Segmente also eine Längsreihe bilden; komplizirter ist der Vorgang, wenn die Segmente abwechselnd nach rechts und links durch schräge, aufeinanderstoßende Wände abgegliedert werden; noch komplizirter an den Stengeln der meisten Moose und Farne, wo die Scheitelzelle die Gestalt einer umgekehrten dreiseitigen Pyramide hat und sich in bestimmter Reihenfolge an den drei Seiten durch schräge Wände theilt (Fig. 79).

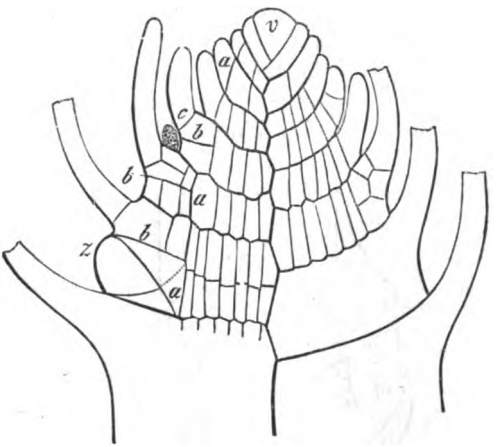


Fig. 79. Scheitelzelle (*v*) und deren Segmente. Längsschnitt durch die Stengelspitze eines Mooses, Fontinalis antipyretica (vergrößert); die aus den einzelnen Segmenten entstandenen Gewebepartien sind durch stärkere Linien umzogen (nach *Sachs*).

Die Vegetationspunkte der höheren Pflanzen dagegen, der Phanerogamen, lassen meistens keine Scheitelzelle erkennen, auf welche sich die Zellen des Urmeristems ihrem Ursprunge nach sämmtlich zurückführen ließen. Doch kann man hier, ebenso wie bei den höheren Kryptogamen, schon im Urmeristem die beginnende Sonderung in die Gewebesysteme wahrnehmen.

An allen Vegetationspunkten, mögen dieselben eine Scheitelzelle besitzen oder nicht, zeigt sich eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung der Zellen, welche darin ihren Grund hat, daß die neuen Theilungswände sich annähernd rechtwinklig an die bereits vorhandenen ansetzen.

§ 38. Durch Verwundung veranlasste Gewebebildungen. Die meisten Pflanzentheile besitzen die Fähigkeit, durch Verwundung bloßgelegte Gewebeschichten gegen die äußere Umgebung abzuschließen durch Wundkork, d. h. durch Bildung einer Korkschicht aus den äußersten unver-

Digitized by Google

letzt gebliebenen wachsthumsfähigen Zellen. Man kann dies leicht wahrnehmen an verletzten Früchten, Blättern, krautigen Stengeln, an denen die mit Kork bedeckten Wunden eine graubraune Färbung zeigen. An Kartoffelknollen läßt sich der Vorgang sehr leicht beobachten, indem jedes Stück eines lebenden Gewebes derselben, das nur vor zu raschem Austrocknen geschützt werden muß, sich an seiner ganzen Oberfläche mit einer der normalen Kartoffelschale gleich gebauten Korkschicht überzieht. — Pflanzen mit stark entwickeltem Holzkörper bilden, besonders wenn durch die Verwundung das Cambium bloßgelegt oder verletzt wurde, nicht sofort Wundkork, sondern alle an die Wunde grenzenden lebensfähigen Zellen wachsen zu einem gleichartigen parenchymatischen Gewebe aus, dem Callus. Ist die Wunde klein, so kommen die von verschiedenen Seiten hervorwachsenden Calluszellen bald in Berührung und schließen zu einer einzigen Gewebemasse zusammen, die nun an ihrer Außenfläche Kork, im Anschlusse an das alte Cambium aber eine neue, die Lücke ausfüllende Cambiumschicht erzeugt. Ist die Wunde dagegen groß, so bildet sich Kork und neues Cambium in dem Callus jedes Wundrandes und der vollständige Schluß erfolgt erst nach wiederholtem Aufreißen der einander entgegenwachsenden Calluswülste. Das durch die Verwundung bloßgelegte Holz, das sich unter dem Einfluß der Luft meist dunkel färbt, verwächst natürlich nicht mit dem aus dem neuen Cambium des Callus sich bildenden Holze; daher sind z. B. Inschriften, die in die Rinde (bis zum Holz) eingeschnitten wurden, im Holze später von der entsprechenden Anzahl von Jahresringen bedeckt, leicht aufzufinden. Ähnlich erklärt sich das Überwallen abgeschnittener Zweige, wo der Wulst anfangs ringförmig aus dem Querschnitt des Cambiums hervortritt (Fig. 80 *A*) und später kappenförmig über dem alten Holzkörper zusammenschließt (Fig. 80 *B*). Fremde Gegenstände, Pfähle, Steine, Stämme anderer Art können in das Holz des Baumes eingeschlossen, von diesem umwachsen werden, indem die durch den Druck des wachsenden Holzkörpers an den fremden Gegenstand gepreßte Rinde an dessen Seiten aufreißt und der hervorwachsende Callus um den Gegenstand herumwachsend sich schließt und neues Cambium erzeugt.

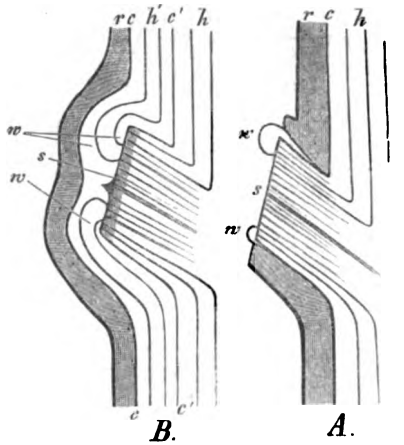


Fig. 80. Schematische Längsschnitte durch den Stamm einer Holzpflanze, *A* kurze Zeit nach Abschneiden des Seitenzweiges *s*, *B* nach Vollendung der Überwallung; *r* Rinde, *c* Cambium, *h* Holz; *c'* Stelle, an der sich zur Zeit der Verwundung das Cambium befand, *h'* das seit jener Zeit gebildete Holz, *w* der Überwallungswulst.

Stämme der gleichen Pflanzenart verwachsen bei gegenseitiger Berührung miteinander, indem der aus den beiderseitigen Rindenrissen hervorwachsende Callus verschmilzt und ein gemeinsames Cambium bildet. Hierauf beruhen auch die verschiedenen Arten der Veredlung, wobei

Digitized by Google

Zweige oder mit Knospen versehene Rindenstücke einer Abart oder nahe verwandten Art mit ihrem Cambium in Berührung mit dem Cambium eines als Unterlage dienenden Stammes gebracht und so zur Verwachsung veranlaßt werden. —

Anhangsweise seien hier auch diejenigen Gewebebildungen erwähnt, welche mit dem spontanen Ablösen einzelner Pflanzentheile, so der Blätter der Holzpflanzen im Herbste verbunden sind. Es bildet sich hier einige Zeit vor dem Abfallen an einer bestimmt vorgebildeten Stelle eine Trennungsschicht, deren safterfüllte Zellen in einer geraden Fläche sich durch Spaltung der gemeinsamen Wand unverletzt voneinander lösen. Erst nachträglich bildet sich unter der Trennungsschicht am stehenbleibenden Theile eine Korkschicht, welche sich an die übrige Periderm-Umhüllung der Zweige anschließt. Auf dieselbe Weise werfen manche Pflanzen, so die Kiefern, die beblätterten Kurztriebe ab, manche Bäume (z. B. Eichen, Pappeln) einzelne Zweige.

Digitized by Google

Zweiter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

§ 39. **Aufgabe der Physiologie.** Alle in dem vorhergehenden Theile geschilderten Bestandtheile des Pflanzenkörpers, die in seiner äußeren Form hervortretenden Glieder, wie die im Inneren vorhandenen Gewebeformen, stehen im engsten Zusammenhange mit den Lebensvorgängen im Pflanzenkörper; jedes äußere Glied, z. B. Blatt, Wurzel, Haar, in seinen verschiedenen Ausbildungsformen ist das Organ für eine bestimmte Verrichtung; ebenso kommen den Gewebeformen, den Tracheen, Siebröhren, der Epidermis, dem chlorophyllhaltigen Parenchym u. s. w. bestimmte Funktionen zu. Die Ausübung dieser Funktionen ist aber abhängig von äußeren Einwirkungen, durch welche die den einzelnen Organen spezifisch eigenthümlichen Arbeitsleistungen veranlaßt werden. So ist z. B. den grünen Blättern die Ausübung ihrer Funktion der Assimilation nur bei Gegenwart von Kohlensäure und einer genügenden Lichtintensität ermöglicht. Die Physiologie hat sonach nicht bloß die Aufgabe, die äußere und innere Struktur mit der Verrichtung der betreffenden Organe in Zusammenhang zu bringen, zu erkennen, durch welchen Bau die einzelnen Organe zu ihrer Funktion befähigt werden, sondern sie muß auch die äußeren Bedingungen untersuchen, welche auf die Lebensvorgänge einwirken.

Erstes Kapitel.

Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen.

§ 40. **Die Molekularstruktur in ihrer physiologischen Bedeutung.** Wie bereits oben S. 36 angegeben wurde, ist das Protoplasma der Träger aller Lebenserscheinungen; von dessen Zustand hängt Leben und Tod überhaupt ab; aber auch die Zellwände und der übrige Zellinhalt betheiligen sich selbstverständlicherweise an den Lebensvorgängen. Zu deren Verständnis

Digitized by Google

genügt indeß die Kenntnis der sichtbaren Strukturverhältnisse nicht; wir müssen vielmehr aus den der Beobachtung zugänglichen Thatsachen Schlüsse auf die Lagerung der unsichtbaren kleinsten Theilchen ziehen, worüber man zu folgendem Resultat gelangt ist. In allen organisirten Gebilden, dem Protoplasma, den Zellkernen, Membranen, Stärkekörnern u. dgl. sind die aus chemischen Verbindungen bestehenden Moleküle zu größeren, aber nicht direkt sichtbaren Komplexen, den Micellen, vereinigt, welche allseitig von Wasser umgeben werden, ohne dadurch ihren gegenseitigen Zusammenhang zu verlieren. Wird dieses Wasser durch Austrocknung entzogen, so rücken die Micellen aneinander, beim Befeuchten werden sie durch das eindringende Wasser auseinander geschoben; d. h. die organisirten Gebilde sind quellbar, imbibitionsfähig. Hierauf beruht die Diosmose, d. h. der Übertritt von Wasser und darin gelösten Stoffen von einer Zelle in die andere. Sowohl feste Körper, z. B. Salze, Zucker, als auch gasförmige, wie Sauerstoff und Kohlensäure, treten, im Imbibitionswasser gelöst, in die Zellen ein und aus diesen heraus. Zum Verständnis vieler Lebensvorgänge ist es wichtig, hier auf die allgemeinen Gesetze aufmerksam zu machen. Ein in Wasser gelöster Stoff, z. B. Zucker, diosmirt in Folge der zwischen ihm und dem Wasser bestehenden Anziehung aus einer Zelle in die benachbarte so lange über, bis Gleichgewicht hergestellt ist, d. h. bis in beiden Zellen gleicher Gehalt der Lösung vorhanden ist. Wird nun in der einen Zelle der Zucker chemisch verändert, z. B. in Stärke verwandelt, so tritt das Gleichgewicht nie ein und die Strömung in jene Zelle, in welcher er verbraucht wird, dauert so lange, als in der anderen Zucker vorhanden ist; so kommt die nach den Verbrauchsorten gerichtete Bewegung, eine von den Verbrauchsorten ausgehende Saugung zu stande, welche in gleicher Weise nicht bloß für gelöste Stoffe, sondern auch für das Imbibitionswasser selbst in Thätigkeit tritt, sobald das Gleichgewicht in der Vertheilung durch Verbrauch, sei dies Verlust durch Verdunstung, oder Einlagerung beim Wachsthum organisirter Gebilde, gestört wird. Von dem Vorhandensein dieser von den Verbrauchsorten ausgehenden Saugung überzeugt man sich in augenfälliger Weise z. B. an einer Kartoffelknolle, welche austreibt, während sie trocken liegt, somit von außen weder Wasser noch Stoffe aufnehmen kann; in demselben Maße, als der am Scheitel sich entwickelnde Trieb wächst, somit Wasser und Nahrungsstoffe verbraucht, werden die hinteren Partien der Knolle wasserärmer und schrumpfen.

Die Diosmose gelöster Stoffe geht aber nur da in der angegebenen Weise vor sich, wo das Protoplasma den gelösten Stoffen den Durchgang gestattet, was bekanntlich nicht stets der Fall ist. Schon oben S. 38 wurde darauf aufmerksam gemacht, daß das lebende Protoplasma z. B. gelöste Farbstoffe nicht durch sich hindurchgehen läßt, daß sonach nicht selten an eine Zelle mit gefärbtem eine solche mit farblosem Zellsaft angrenzt. Hierdurch kommt auch der Turgor zu stande, d. h. der Druck des Zellsaftes auf die Zellwand. Sowohl die Zellwand als das dieser anliegende Protoplasma gestatten dem von den Molekülen gelöster Stoffe angezogenen Wasser den Eintritt in den Saftraum der Zelle, welcher sich in Folge dessen zu

Digitized by Google

erweitern sucht, bis die beschränkte Dehnbarkeit der Zellwand dieser Erweiterung ein Ziel setzt. Dieser Gegendruck der elastischen Zellwand würde aber wieder ein Hinausfiltriren der Lösung veranlassen, wenn nicht das Protoplasma diesem Druck gegenüber undurchlässig wäre. Es ist somit die Zellwand durch das mit Gewalt eingedrungene Wasser gespannt und übt durch ihre Elastizität einen Druck auf den Zellsaft aus; die Zelle turgeszirt, d. h. sie ist steif, etwa wie ein aufgeblasener Kautschukballon. Der Turgor spielt eine hervorragende Rolle bei den Wachsthumsvorgängen. Durch ungleiche Dehnbarkeit der zu Geweben verbundenen Zellwände kommen Gewebespannungen zu stande, welche in Verbindung mit der Turgeszenz der einzelnen Zellen die Biegungsfestigkeit der nicht mit Sklerenchym (s. oben S. 74) versehenen Pflanzentheile bedingen, somit der jungen Theile, in welchen die Verholzung noch nicht stattgefunden hat, sowie auch saftiger Früchte, Knollen u. dgl., welche überhaupt kein Sklerenchym besitzen. Sobald denselben Wasser entzogen wird, hört die Turgeszenz auf, sie werden welk und schlaff.

§ 41. **Die äufseren Lebensbedingungen**, welche auf die Prozesse im Pflanzenkörper einwirken, sind die Wärme, das Licht, die Schwerkraft, die Elektrizität und chemische Kräfte.

Vor allem ist die Bewegung, welche wir Wärme nennen, die wichtigste Quelle lebendiger Kraft, durch welche die Lebensbewegungen hervorgerufen werden. Vor der Erörterung der Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den Wärmezuständen ist aber die Vorfrage zu erledigen, ob dem Pflanzenkörper eine Eigenwärme zukommt. Wie sich aus folgendem (s. § 52) ergeben wird, ist die Wärmebildung in der Pflanze mit wenigen Ausnahmen eine äußerst geringe; es hängt also die Temperatur des Pflanzenkörpers fast ausschließlich von jener der Umgebung ab, mit welcher sie sich zum Theil durch Leitung, zum Theil durch Strahlung ausgleicht. Da die Pflanzentheile schlechte Wärmeleiter sind, d. h. Temperaturveränderungen nur langsam stattfinden lassen, so wird bei raschen und starken Temperaturschwankungen in der Umgebung die Pflanze häufig eine andere, bald höhere, bald niedrigere Temperatur haben müssen, als gleichzeitig in der Umgebung herrscht; wenn diese letztere nur langsam schwankt, wie z. B. im Boden, im Wasser, so werden auch die dort befindlichen Pflanzentheile immer nahezu dieselbe Temperatur haben, wie die Umgebung. Was die Strahlung betrifft, so ist dieselbe bei den Pflanzen, zumal den Blättern, eine sehr wichtige Ursache der Temperaturänderung; bei klarer Luft können daher solche Pflanzentheile hauptsächlich Nachts durch Strahlung viel kälter werden als die sie umgebende Luft, worauf auch die Bildung des Thaus und Reifs beruht. Eine weitere Ursache der Abkühlung der in der Luft ausgebreiteten Pflanzentheile liegt in der Verdunstung, welche besonders am Tage dahin wirkt, die Blätter unter die Temperatur der umgebenden Luft abzukühlen.

Jeder Vorgang in der Pflanze ist an eine gewisse Temperatur gebunden, d. h. unter einem gewissen Temperaturgrade, dem Minimum, sowie

Digitized by Google

oberhalb einer gewissen Temperatur, dem Maximum, kann er nicht stattfinden. Es gilt dies für das Wachsthum, für die Assimilation, für die Bewegungen des Protoplasmas, für die Thätigkeit der Wurzeln u. s. w. Innerhalb dieser beiden Grenzen, zwischen dem Minimum und Maximum giebt es für jede Funktion, und zwar für jede Pflanze verschieden, ein Optimum, bei welchem die Funktion am intensivsten verläuft. Wenn also die Temperatur bis zum Optimum steigt, wirkt sie mit jedem Grade günstiger; steigt sie aber über das Optimum hinaus bis zum Maximum, so wirkt sie mit jedem Grade ungünstiger.

Man kann im allgemeinen annehmen, daß alle Vegetationserscheinungen unserer einheimischen Pflanzen erst bei einigen Graden über dem Eispunkt beginnen, dann bis ungefähr 25—30° C. sich an Intensität steigern, bei der genannten Temperatur ihr Optimum erreichen und bei Temperaturen über 30 bis ungefähr 45° C. wieder an Energie abnehmen, um bei etwa 50° C. ganz zu erlöschen. Bei Pflanzen heißer Klimate liegt die untere Grenze beträchtlich höher; so keimt z. B. ein Kürbissame erst bei 13° C.

Die Tödtung durch zu hohe Temperatur hängt vom Wassergehalt ab; während trockene Erbsensamen eine Stunde lang erst bis über 70° C. erwärmt, ihre Keimkraft verlieren, werden sie, mit Wasser vollgesogen, schon bei einer Temperatur von 54° C. getödtet. Die meisten Pflanzentheile ertragen keine höhere Temperatur bei länger dauernder Einwirkung als etwa 50° C. in Luft, 45° C. im Wasser.

Das Erfrieren der Pflanzen, d. h. deren Beschädigung oder Tödtung durch Kälte findet erst dann statt, wenn die Temperatur der Pflanze einige, zuweilen selbst viele Grade unter den Eispunkt sinkt, vorausgesetzt, daß die betreffende Pflanze überhaupt im stande ist zu erfrieren; denn viele werden durch Kälte überhaupt nicht getödtet, wie die Flechten, manche Moose und Pilze; es sind das gerade diejenigen, welche auch das Austrocknen ohne Nachtheil ertragen. Überhaupt sind trockene Pflanzentheile, wie die meisten Samen, die Winterknospen unserer Bäume, sehr unempfindlich, während dieselben, wenn sie mehr Wasser enthalten, so die Knospen während der Entfaltung, sowie überhaupt saftige Pflanzentheile, sehr leicht erfrieren. Setzt man einen solchen wasserreichen Pflanzentheil der Kälte aus, so tritt ein der Temperaturerniedrigung entsprechender Theil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 81), bisweilen lange Kämme, welche aus ein-

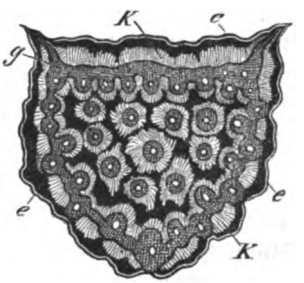


Fig. 81. Eismassen (*k*) zwischen dem zerrissenen Gewebe eines gefrorenen Artischockenblattstieles (Cynara Scolymus). Querschnitt. *g* Parenchym, in einzelne, die Fibrovalstränge enthaltende Partien zerrissen; *e* die Epidermis. Die Hohlräume sind ganz schwarz gehalten (nach *Sachs*).

Digitized by Google

zelnen parallelen Eiskrystallen bestehen, und zwar aus fast ganz reinem Eis, da die gelösten Stoffe mit dem Rest des Wassers in konzentrirterer Lösung in den Zellen zurückbleiben. Es ist gewiß, daß diese Eisbildung an und für sich vielen Pflanzen nicht schadet; denn bei langsamem Aufthauen nehmen die Zellen das langsam abschmelzende Wasser wieder auf und kehren in ihren ursprünglichen normalen Zustand zurück. Läßt man jedoch das Aufthauen rasch vor sich gehen, so findet das plötzlich in großen Mengen abschmelzende Wasser nicht Zeit, wieder in die Zellen einzutreten, sondern stagnirt in den Zwischenräumen, wodurch die Pflanzen mißfarbig werden und faulen, oder es läuft ab und verdunstet, so daß die Pflanze vertrocknet. Manche Pflanzentheile jedoch, wie z. B. Kürbis- und Georginenblätter, lassen sich auch durch langsames Aufthauen nicht vor dem Kältetod schützen; es scheint, daß hier schon der Verlust des Wassers während des Gefrierens im Zellinhalte tödtliche Veränderungen hervorruft. Ebenso leuchtet ein, daß unter besonderen Umständen, bei sehr lange andauernder Kälte, das außerhalb der Zellen zu Eis erstarrte Wasser durch Verdunstung allmählich entfernt wird, so daß es beim Aufthauen an dem zur Herstellung des normalen Zustandes nöthigen Quantum Wasser fehlt.

An Baumstämmen treten in Folge der Kälte radiale Risse, **Frostspalten** auf, welche bei steigender Temperatur sich wieder schließen, aber natürlich nur im Rindentheile vernarben können; sie entstehen durch ungleiche Zusammenziehung des Holzes, welche in den äußeren, wasserreicheren Theilen größer ist.

Das **Licht** übt spezifische Wirkungen auf den Pflanzenkörper und seine Theile aus; es sind zum Theil

1) **chemische** Vorgänge, welche durch das Licht und zwar vorzugsweise durch die minder brechbaren Strahlen veranlaßt werden, nämlich die Chlorophyllbildung und die Assimilation. Da letztere unten (§ 49) bei den Ernährungsvorgängen besprochen werden soll, sei hier nur über die Chlorophyllbildung angegeben, daß im Finsteren wohl die Chloroplasten gebildet werden, hingegen der Farbstoff sich nur unvollständig entwickelt, sie färben sich nicht grün, sondern nur gelb. Nur wenige Pflanzentheile, wie die Keimpflanzen der Nadelhölzer und die Blätter der Farne, vermögen im Finsteren zu ergrünen. Es ist jedoch nicht zu vergessen, daß die Chlorophyllbildung auch von der Temperatur abhängt und bei zu niederer Temperatur nicht erfolgt; daher können Pflanzentheile, welche im ersten Frühjahre bei kalter Witterung aus dem Boden hervorbrechen, trotz des Lichtes Tage lang gelb bleiben, bis wärmere Temperatur eintritt.

2) **mechanische** Wirkungen, welche vorzugsweise den brechbaren (blauen) Strahlen zukommen. Sie äußern sich darin, daß das Längenwachsthum bei genügendem Lichtzutritt anders verläuft, als bei Lichtabschluß (s. unten § 57), sowie daß Veränderungen in der Richtung und Intensität der Beleuchtung bestimmte Bewegungen hervorrufen (s. unten § 59, 60, 63). Es ist ferner hervorzuheben, daß reizbare Pflanzentheile (s. § 58) nur dann auf Reize reagiren, wenn die Pflanze schon längere Zeit in normaler Weise dem Lichte ausgesetzt gewesen ist.

Digitized by Google

Ebenso sind die Pflanzen der Schwerkraft nicht bloß in derselben Weise, wie alle Naturkörper unterworfen, woraus sich verschiedene Einrichtungen des Baues erklären, welche das Gewicht der Pflanzentheile mit den übrigen Verhältnissen in Einklang bringen, sondern die Pflanzen besitzen auch eine dem Wesen nach noch nicht aufgeklärte Empfindlichkeit für die Richtung, in welcher die Schwerkraft auf ihre Organe einwirkt, und reagiren gegen diese Einwirkung in bestimmter Weise (s. § 63).

Über die Einwirkung der Elektrizität wissen wir nur wenig; es verdient nur Erwähnung, daß stärkere elektrische Reizungen ähnlich wie mechanische Erschütterungen wirken.

Die chemischen Kräfte äußern sich in den Ernährungsvorgängen, deren Schilderung den Gegenstand des folgenden Kapitels bildet.

Zweites Kapitel.

Die Ernährung.

§ 42. Die Elementarstoffe der Pflanzennahrung. Bevor wir in die Schilderung der Vorgänge eintreten, welche eine Vermehrung der Pflanzensubstanz bedingen und sich in der Aufnahme von Nahrungsstoffen, sowie in deren Umänderung innerhalb des Pflanzenkörpers äußern, ist es nöthig, sich über die chemischen Bestandtheile des Pflanzenkörpers zu orientiren. Wie bereits mehrfach erwähnt und hervorgehoben wurde, enthalten alle Pflanzentheile bedeutende Mengen von Wasser. Dessen Quantität wird durch den Gewichtsverlust bestimmt, welchen ein Pflanzentheil durch Erhitzen auf 100—110° C. erfährt; sie ist natürlich für verschiedene Pflanzentheile verschieden; reife Samen im lufttrockenen Zustande z. B. enthalten an Wasser 12—15 Prozent, krautige Pflanzen 60—80, manche Wasserpflanzen und Pilze selbst bis 95 Prozent ihres Gesammtgewichtes.

Diejenige Substanz, welche beim Erhitzen bis über 100° C. kein Wasser mehr abgiebt, die Trockensubstanz, besteht aus einer sehr großen Anzahl von Stoffen, von chemischen Verbindungen. Dieselben sind zum Theil organische, d. h. Verbindungen des Kohlenstoffs mit anderen Elementen, zum Theil anorganische. Die in der lebenden Pflanze vorkommenden organischen Stoffe enthalten sämmtlich (mit Ausnahme der oxalsauren Salze) Wasserstoff; während einzelne, wie manche Öle, nur aus diesen beiden Elementen bestehen, enthalten die in größter Menge auftretenden Cellulose, Stärke, Zucker, sowie die Säuren, und andere Öle, außerdem noch Sauerstoff. Die Eiweißstoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; anderen stickstoffhaltigen Körpern, wie dem Asparagin, vielen Alkaloiden fehlt der Schwefel; einigen anderen Alkaloiden, wie dem Nikotin, auch der Sauerstoff.

Digitized by Google

Die organischen Verbindungen werden bei sehr starkem Erhitzen unter Luftzutritt, d. h. beim Verbrennen, in flüchtige Produkte, größtentheils Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Die unorganischen bleiben hierbei als ein weißes (oder, wenn die Verbrennung nicht vollständig vor sich geht, graues) Pulver zurück, die Asche.

Durch chemische Prozesse während der Verbrennung gelangt der Schwefel der organischen Verbindungen als Schwefelsäure in die Asche: auch die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure verbindet sich mit einigen anorganischen Stoffen; dieselbe wird daher bei einer richtigen Darstellung der Aschenzusammensetzung nicht mit in Rechnung gebracht.

Die Asche macht gewöhnlich nur wenige Prozente der Trockensubstanz aus; ein Bild von ihrer Menge und Zusammensetzung geben uns folgende Analysen von verschiedenen Pflanzentheilen:

1000 Theile der Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Chlor
Wiesenklee in der Blüthe	68,3	21,96	1,39	24,06	7,44	0,72	6,74	2,06	1,62	2,66
Weizenkörner	19,7	6,14	0,44	0,66	2,36	0,26	9,26	0,07	0,42	0,04
Weizenstroh	53,7	7,33	0,74	3,09	1,33	0,33	2,58	1,32	36,25	0,90
Kartoffelknollen	37,7	22,76	0,99	0,97	1,77	0,45	6,53	2,45	0,80	1,17
Äpfel	14,4	5,14	3,76	0,59	1,26	0,20	1,96	0,83	0,62	—
Erbsensamen	27,3	11,41	0,26	1,86	2,17	0,16	9,95	0,95	0,24	0,42

Diese Aschenbestandtheile sind keine zufällige Beimengung; sondern, wie Versuche gezeigt haben, sind gewisse anorganische Stoffe zum Leben der Pflanze unbedingt nothwendig. Diejenigen Elemente, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung braucht, welche also als Nahrungsstoffe betrachtet werden müssen, sind:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen.

Außerdem finden sich in vielen Pflanzenaschen noch, sind aber ohne Bedeutung für die Ernährung:

Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Chlor, Jod, Brom, und in seltenen Fällen noch: Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium, Baryum.

Das Fluor muß wohl auch in der Pflanzenwelt vorkommen, da es in der Zahnsubstanz der sich (mittelbar oder unmittelbar) von Pflanzen ernährenden Thiere in erheblicher Menge sich vorfindet.

§ 43. **Allgemeines über die Ernährungsvorgänge.** In welcher Form und von welchen Organen die Nahrungsstoffe aufgenommen, wie sie im Pflanzenkörper transportirt und verändert werden, soll nun im folgenden gezeigt werden. Dabei gehen wir von dem typischen Falle einer chlorophyllhaltigen Landpflanze aus, deren grüne Blätter in der atmosphä-

Digitized by Google

rischen Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, während ihre Wurzeln im Boden sich ausbreiten und mit dem darin vorhandenen Wasser, sowie dessen festen Bestandtheilen in Berührung treten. Die Nahrungsaufnahme einer solchen Pflanze gliedert sich in zwei Abschnitte: die Bildung der organischen Substanz, die Assimilation, d. h. die Aufnahme des Kohlenstoffes, findet in den chlorophyllhaltigen Zellen, somit hauptsächlich in den Blättern statt; die Aufnahme des Wassers mit den Aschenbestandtheilen und Stickstoffverbindungen geschieht durch die Wurzeln. Das Ineinandergreifen dieser beiden Prozesse zeigt sich am deutlichsten darin, daß die assimilirenden Theile einem fortwährenden Wasserverluste durch Verdunstung ausgesetzt sind und eben dadurch ein Aufsteigen des Wassers mit den darin gelösten Stoffen von der Wurzel bis in die assimilirenden Zellen veranlaßt wird.

Pflanzen, welche im Wasser untergetaucht leben, verlieren natürlich kein Wasser durch Verdunstung; ihnen fehlt sonach diese gegen die assimilirenden Zellen hin gerichtete Wasserbewegung; sie finden in dem umgebenden Wasser alle nothwendigen Nahrungsstoffe und können diese mit ihrer ganzen Oberfläche aufnehmen.

Eine gesonderte Betrachtung (s. § 51) fordert die Aufnahme fertig gebildeter organischer Substanzen, welche bei allen chlorophyllfreien Pflanzen nothwendig erfolgen muß, aber auch bei einigen chlorophyllhaltigen Pflanzen in verschiedenartiger Weise vorkommt.

§. 44. **Die Verdunstung (Transpiration)** gewinnt dadurch, daß sie den von den Wurzeln aufsteigenden Strom von Wasser mit gelösten Nahrungsstoffen veranlaßt, hohe Bedeutung für die Ernährungsvorgänge. Jeder an der Luft befindliche Pflanzentheil, der nicht von dicken Korklagen bedeckt ist, verdunstet fortwährend Wasser an die Atmosphäre. Führt man einen beblätterten Stengel bei genügend hoher Temperatur unter eine Glasglocke ein, so beschlägt sich dieselbe mit kleinen Wassertropfen, die aus dem von der Pflanze abgegebenen Wasserdampf kondensirt werden. Die Transpiration ist natürlich desto lebhafter, je höher die Temperatur und je trockener die umgebende Luft ist. Dieser Wasserverlust wird wieder ersetzt durch andere Wassermengen, welche von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen und den transpirirenden Theilen zugeführt werden. An besonders heißen Tagen kommt es vor, daß die Blätter der Bäume, krautige Pflanzen mehr verdunsten, als ihnen durch die Wurzel nachgeschafft werden kann; sie werden welk und schlaff. Das Welkwerden tritt bekanntlich an abgeschnittenen Pflanzentheilen ein. Je nach der Organisation der Pflanze und ihrer einzelnen Theile ist die Transpiration verschieden ausgiebig. Die Stämme der meisten Holzgewächse sind durch dicke Korklagen fast vollständig davor geschützt; gering ist die Transpiration auch bei solchen Stämmen und Blättern, die mit einer starken Cuticula überzogen sind, wie die Blätter der Agaven, die Stämme der Cacteen und ähnlicher Pflanzen. Dieselben welken auch abgeschnitten nur sehr wenig und gedeihen in einem sehr trockenen Boden. Einen Schutz gegen zu großen

Digitized by Google

Wasserverlust der assimilirenden Zellen bildet auch der in der Epidermis stets vorhandene Wasservorrath, welcher bei einigen Pflanzen, wie Ficus, Peperomia noch durch subepidermales Wassergewebe erhöht wird.

Da die Cuticula für Wasser nur sehr wenig durchgängig ist, so ist auch die Verdunstung an der freien Außenfläche der Blätter nur von ganz untergeordneter Bedeutung und kommt für die wichtige Rolle, welche die Verdunstung im Lebensprozeß der Pflanzen spielt, gar nicht in Betracht. Die Verdunstung findet in ausgiebigster Weise von den Zellen des Blattgewebes gegen die luftführenden Intercellularräume hin statt. Da nun diese durch die Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung stehen, so sind letztere die Regulatoren der Verdunstung; sind sie geschlossen, so wird die Binnenluft sich bald mit Wasserdampf sättigen und dadurch die weitere Verdunstung hindern. Bei geöffneter Spalte kann sich dagegen die Binnenluft mit der umgebenden Luft ausgleichen und wird sich daher nie vollständig mit Wasserdampf sättigen, somit fortdauernde Verdunstung ermöglichen. Wie bereits oben (S. 77) angedeutet, wird das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen durch äußere Einwirkungen veranlaßt, und zwar in der Weise, daß unter dem Einflusse des Sonnenlichts der Turgor der Schließzellen erhöht wird. Durch die eigenthümliche Gestaltung ihrer Wand wird dadurch eine Formänderung der Schließzellen in dem Sinne herbeigeführt, daß die Spalte sich erweitert; bei abnehmendem Turgor schließt sie sich wieder. Somit ist die Transpiration der chlorophyllhaltigen Zellen unter denselben äußeren Bedingungen am lebhaftesten, unter welchen, wie wir unten sehen werden, auch ihre assimilirende Thätigkeit am ausgiebigsten ist.

§ 45. **Die Wasserströmung im Holz.** Das durch die Verdunstung abgegebene Wasser wird den chlorophyllhaltigen Zellen zunächst aus den rückwärts angrenzenden Geweben, den Fibrovasalsträngen, ersetzt und in letzter Instanz von den Wurzeln her den transpirirenden Theilen zugeführt. Daß die Bahn, in welcher dieser aufsteigende Wasserstrom sich bewegt, der Holzkörper ist, läßt sich leicht durch den Versuch des Ringschnitts an einem Stamm mit einheitlichem Holzkörper darthun. Wird ein Ring der Rinde entfernt, so daß also in dieser die Leitung unterbrochen ist, so werden die Blätter nicht welk, so lange das Holz erhalten bleibt. Durch die Aufsaugung farbiger Lösungen, z. B. von Anilin, im Holze wird hingegen nichts über das Aufsteigen des Wassers bewiesen; denn der Farbstoff lagert sich z. B. auch in den verholzten Wänden isolirter Sklerenchymelemente ein. Daß die verholzten Elemente des Xylems diese Wasserleitung vermitteln, wird auch noch durch die Thatsache bestätigt, daß untergetauchte Wasserpflanzen, welche ja nicht transpiriren, auch der verholzten Elemente im Xylem entbehren. Ebenso welken selbst bei reichlicher Wasserzufuhr solche Pflanzen, welche aus einem Aufenthalt in feuchter Luft in trockene Luft verbracht werden; der unter dem Einfluß geringerer Transpiration gebildete schwache Holzkörper reicht für den Transport einer größeren Wassermenge nicht aus.

Digitized by Google

Das im Holzkörper aufsteigende Wasser bildet aber nicht etwa kontinuirlich zusammenhängende Wassermassen in den Tracheen, sondern im Innern der Tracheen und Tracheiden findet man zur Zeit der lebhaftesten Verdunstung nur einzelne, durch verdünnte Luft von einander getrennte Wasseransammlungen. Die Frage nach der Kraft, welche der Schwerkraft entgegen das Wasser bis in die Krone der höchsten Bäume emporhebt, bedarf noch der definitiven Aufklärung; doch kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die osmotische Thätigkeit der an die Tracheen angrenzenden Markstrahl- und Holzparenchymzellen das Wasser aus den tieferen Tracheiden anzieht und in periodischem Wechsel an die mit geringerem Luftdruck versehenen höher gelegenen Tracheiden abgiebt.

§ 46. **Der Wurzeldruck.** Das Wasser, welches durch die von den transpirirenden Flächen ausgehende Saugung im Holzkörper emporsteigt, wird durch die Wurzeln in unten (§ 47) näher zu besprechender Weise aufgenommen. Diese Thätigkeit der Wurzel ist aber unabhängig vom Verbrauche. Es kann daher der Fall eintreten, daß die Wurzel größere Quantitäten Wasser aus dem Boden aufnimmt, als ihr durch die an der Peripherie stattfindende Transpiration abgenommen wird. Infolge dessen füllen sich die Tracheen mit Wasser, welches von der Wurzel hinaufgepreßt wird und aus etwa vorhandenen Wunden ausfließt. So erklärt sich die bekannte Thatsache, daß beschnittene Weinreben im Frühjahr bluten, d. h. aus den Schnittflächen Wasser ausscheiden; bei genauerer Betrachtung zeigt sich deutlich, daß dieses Wasser vorzugsweise aus den Öffnungen der großen Tracheen austritt. Ein ähnliches Bluten beobachtet man auch bei mehreren Bäumen, z. B. Birke und Ahorn, sowie bei allen kräftig wachsenden, mit starken Wurzelsystemen versehenen holzbildenden Stauden; schneidet man eine Sonnenrose oder eine Tabakspflanze einige Centimeter über der Erde ab und schützt die Schnittfläche vor Verdunstung, so beginnt nach einiger Zeit das Ausfließen von Saft aus der Schnittfläche, welches, wenn dieselbe vor Verdunstung geschützt ist, selbst mehrere Tage lang anhält. Dieses Wasser wird mit so bedeutender Kraft hinaufgepreßt, daß es bisweilen einer Quecksilbersäule von ansehnlicher Höhe bedarf, um diesem Wurzeldruck das Gleichgewicht zu halten. Dieser Wurzeldruck verursacht auch bisweilen Ausscheidung von Wassertropfen an bestimmten Stellen der Pflanze, so an der Blattspitze vieler Araceen, sehr schön an den Zähnen des Blattes von Alchemilla vulgaris, wo die Erscheinung fast an jedem Sommermorgen zu beobachten ist, aber gewöhnlich mit dem Thau verwechselt wird. Bei trockener Luft wird die Bildung von Tropfen an den betreffenden Stellen dadurch verhindert, daß das emporgepreßte Wasser sofort verdunstet.

Bei krautigen Pflanzen enthält das von der Wurzel herausgepreßte Wasser fast nur einige Salze in Lösung, bei der Rebe und einigen Bäumen aber gewöhnlich auch organische Stoffe, besonders Zucker.

Diese Bewegung des Wassers infolge des Wurzeldrucks findet im Frühjahre, überhaupt zur Zeit des kräftigsten Wachsthums statt. An

Digitized by Google

Pflanzen, welche vorher stark transpirirt haben, tritt nach Durchschneidung des Stammes kein Wasser aus dem Wurzelstock hervor, sondern erst nach mehr oder minder langer Zeit, wenn die Wurzeln wieder neues Wasser aufgenommen haben; es zeigt dies zunächst, daß der Wurzeldruck bei stark transpirirenden Pflanzen gar nicht vorhanden sein kann, und folglich, daß er zum Ersatz des transpirirenden Wassers nicht direkt mitwirkt.

Dem Wesen nach ganz verschieden hiervon ist das sog. Bluten abgeschnittener Holzstücke, welche im Winter oder zeitigen Frühjahr in warme Luft verbracht werden; der hier erfolgende Wasseraustritt geschieht lediglich infolge der bei steigender Temperatur eintretenden Ausdehnung der Luftblasen, welche sich zwischen dem Wasser in den Elementen des Holzes befinden; bei sinkender Temperatur wird durch Zusammenziehung der Luft wieder Wasser eingesogen.

§ 47. **Die Aufnahme des Wassers und der Nährstoffe aus dem Boden** geschieht durch die Wurzeln, bei den wurzellosen Pflanzen durch Haare, Sprosse oder Thalluszweige, welche deren Stelle vertreten. An den Wurzeln sind es die Epidermiszellen und deren Haare (Fig. 82 *h*), welche mit den Bodentheilchen und dem diesen adhärirenden Wasser in Berührung kommen. Einige Nährstoffe sind in diesem Wasser des Bodens gelöst und gelangen unmittelbar mit diesem durch Diffusion in die Wurzelzellen; andere werden durch den sauren Saft, der in den Wurzelzellen enthalten ist und auch deren Membranen durchtränkt, zersetzt und gelangen als Salze organischer Säuren in die Pflanze; läßt man Wurzeln über polirte Marmorplatten hinwachsen, so wird an den Stellen, welche unmittelbar von den Wurzeln berührt werden, der kohlensaure Kalk zersetzt und man erhält so einen Abdruck des ganzen Wurzelsystems auf der Platte. Eine dritte Gruppe von Nährstoffen endlich wird im Boden auf eigenthümliche Weise festgehalten, so daß sie durch Wasser nicht ausgewaschen, wohl aber von der Pflanze aufgenommen werden können; sie sind im Boden absorbirt. Deren Aufnahme, so wie die der in fester Form vorhandenen Stoffe, wird der Pflanze hauptsächlich dadurch ermöglicht, daß die Wurzelhaare mit den Bodentheilchen aufs innigste verwachsen; zieht man eine kräftig wachsende Pflanze aus dem Boden, so sind diejenigen Wurzelstücke, welche mit Haaren überzogen sind (nicht die Spitzen und nicht die ältesten Theile), dicht von Erdpartikelchen eingehüllt, welche ohne Zerreißung der Haare nicht abgetrennt werden können. Dadurch, daß die Wurzelhaare in einer bestimmten Entfernung von der Wurzelspitze entstehen und später

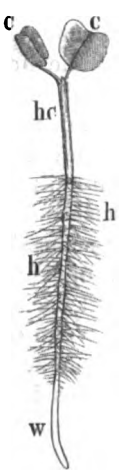


Fig. 82. Wurzelhaare (*h*) an der Hauptwurzel (*w*) einer in Wasser erwachsenen Keimpflanze des Buchweizens, Polygonum Fagopyrum, *hc* hypocotyles Glied, *c* Cotyledonen.

Digitized by Google

wieder absterben, während hinter der fortwachsenden Spitze wieder neue erscheinen, rückt der der Nahrungsaufnahme dienende Theil der Wurzel im Boden fortwährend weiter. Die Bedeutung der Wurzelhaare zeigt sich auch darin, daß eine frisch versetzte Pflanze längere Zeit welk bleibt, da die Wurzeln erst dann wieder hinreichende Mengen von Wasser aufzunehmen vermögen, wenn sie durch neu gebildete Haare wieder mit den Bodentheilchen verwachsen sind.

Die aufnehmende Thätigkeit der Wurzel ist, wie alle Lebensvorgänge, auch von der Temperatur abhängig; wird z. B. der Boden zu stark abgekühlt, so wird diese dadurch gelähmt, und die Pflanze welkt.

Die Stengel und Blätter sind nicht im stande, mit unverletzter Außenfläche erhebliche Quantitäten Wasser oder Wasserdampf aufzunehmen; die Beobachtung, daß welke Pflanzen nach Benetzung mit Thau oder Regen oder an feuchten Abenden straff werden, erklärt sich einerseits durch die größere Wasseraufnahme aus dem befeuchteten Boden, andrerseits durch die verminderte Transpiration bei feuchter Atmosphäre.

§ 48. **Die aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe** wandern mit dem im Holzkörper aufsteigenden Wasser in gelöster Form in die oberirdischen Pflanzentheile. Es sind dies mit Ausnahme des Kohlenstoffs sämmtliche oben S. 90 genannte Nahrungsstoffe, und zwar zunächst die sich in den Aschenbestandtheilen findenden Elemente in der Form von schwefelsauren, phosphorsauren, Kali-, Kalk-, Magnesia- und Eisensalzen. Von der Rolle dieser Nahrungsstoffe wissen wir nur so viel, daß zunächst die schwefelsauren und phosphorsauren Salze zur Bildung von Eiweißstoffen und ähnlichen Verbindungen unbedingt nothwendig sind; mit der Aufnahme des Schwefels in Form von schwefelsaurem Kalk läßt sich wahrscheinlich die Bildung der Krystalle von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang bringen, indem der aus dem Boden aufgenommene schwefelsaure Kalk durch die Oxalsäure zersetzt, der unlösliche oxalsaure Kalk ausgeschieden und die Schwefelsäure noch weiter zersetzt wird. Die Kalisalze verrathen eine nähere Beziehung zu den Kohlehydraten, da sie hauptsächlich in solchen Pflanzentheilen getroffen werden, welche reich an Stärke, Zucker u. dgl. sind, wie die Kartoffeln, Runkelrüben, Weintrauben. Über die Rolle der Kalk- und Magnesiasalze ist nichts bekannt; hingegen wissen wir, daß das Eisen, wenn es auch nur in geringen Mengen angetroffen wird, unumgänglich nothwendig zur Entstehung des Chlorophyllfarbstoffs ist. Pflanzen, welche sorgfältig ohne Eisen erzogen werden, bilden nach Erschöpfung ihres eigenen Eisenvorraths weiße Blätter; diese, chlorotisch oder bleichsüchtig genannt, erhalten ihre grüne Färbung unter Chlorophyllbildung alsbald, wenn man dem Boden Eisen zusetzt oder auch nur ihre Oberfläche mit einer sehr verdünnten Eisenlösung bestreicht.

Der Stickstoff, bekanntlich ein wesentlicher Bestandtheil der Eiweißstoffe, entstammt ebenfalls dem Boden, und zwar sind es salpetersaure Salze und Ammoniakverbindungen, welche von der Wurzel aufgenommen werden; der freie Stickstoff, obwohl sehr reichlich in der Atmosphäre vor-

Digitized by Google

handen, wird nicht aufgenommen; eine Pflanze, deren Wurzeln keine Stickstoffverbindungen zugänglich sind, geht zu Grunde.

Die hier in Kürze mitgetheilten Resultate über die Nothwendigkeit der aus dem Boden stammenden Nahrungsstoffe ergeben sich weniger aus den ihre allgemeine Verbreitung darthuenden Analysen von Pflanzenaschen, als vielmehr wesentlich aus Kulturversuchen mit künstlichen Nährstofflösungen. Fehlt in einer Nährstofflösung, welche übrigens nur wenige pro mille feste Substanz enthalten darf, nur ein einziger der für das Leben der Pflanze nothwendigen Elementarstoffe, so kann die Pflanze ihre normale Entwickelung nicht erreichen. Die für die Pflanze nothwendigen Elementarstoffe sind beispielsweise in beiden folgenden Nährstofflösungen, aber auch in anderen ebenfalls möglichen in geeigneter Form enthalten:

1.	2.
Salpetersaurer Kalk.	Salpetersaurer Kalk.
Salpetersaures Kali.	Salpetersaures Ammoniak.
Saures phosphorsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
Schwefelsaure Magnesia.	Phosphorsaure Magnesia.
Phosphorsaures Eisen.	Eisenchlorid.

Der Umstand, daß eine solche Nährstofflösung in Folge der Kultur ihre Zusammensetzung verändert, somit häufig erneuert werden muß, zeigt, daß die Pflanze nicht alle Stoffe in gleicher Menge aufnimmt; ebenso ergeben die Analysen von verschiedenen Pflanzen, welche im Freien auf demselben Substrate erwachsen sind, doch gewöhnlich eine verschiedene Zusammensetzung ihrer Asche. Dieses Verhalten, welches man als Wahlvermögen bezeichnet hat, erklärt sich daraus, daß je nach der Natur der Pflanzen die verschiedenen Stoffe in verschiedener Menge verbraucht werden und nach den Diffusionsgesetzen je nach dem Verbrauche auch die in die Pflanzenwurzel eintretende Quantität verschieden ist.

Die Nothwendigkeit gewisser Aschenbestandtheile für das Leben der Pflanze ist eine Thatsache, die für die Landwirthschaft hervorragende Bedeutung gewonnen hat. Alle Aschenbestandtheile und die Stickstoffverbindungen werden jährlich durch die Ernte in bedeutenden Mengen von den Feldern hinweggeführt. Diejenigen, welche im Boden in verhältnismäßig geringer Menge vorkommen, wie Phosphorsäure, Kali und Stickstoffverbindungen, müssen wieder ersetzt werden, und dieser Ersatz ist die Aufgabe der Düngung.

Die oben erwähnte Methode der Wasserkulturen hat auch gelehrt, daß eine Anzahl von Elementen, welche theils häufiger, theils seltener in den Pflanzenaschen gefunden werden, für deren normale Existenz nicht nothwendig sind; es gilt dies zunächst für das Natrium, welches ohnehin allgemein verbreitet ist, ferner für das Chlor, für Zink und Kupfer, welche von Pflanzen aus einem daran sehr reichen Boden aufgenommen werden, für Lithium, das sich in der Asche mancher Tabakssorten findet, für Jod und Brom, die in vielen Meerespflanzen, besonders Algen, vorkommen und aus diesen gewonnen werden.

Digitized by Google

Nächst dem Natrium ist von diesen unwesentlichen Aschenbestandtheilen am weitesten die Kieselsäure verbreitet, welche in den Zellwänden mancher Pflanzen, wie der Diatomeen, Equiseten, vieler Gräser u. a., in besonders großer Menge abgelagert ist. Es erfolgt diese Anhäufung aber erst mit zunehmendem Alter der Organe; hieraus geht hervor, daß sie mit den chemischen Vorgängen der Ernährung unmittelbar kaum in Zusammenhang steht. Außerdem hat man Pflanzen, die sonst reich daran sind, zu anscheinend normaler Entwickelung gebracht, auch ohne daß sie Kieselsäure aufnehmen konnten.

§ 49. **Die Aufnahme des Kohlenstoffs (Assimilation).** Das Material, aus welchem die chlorophyllhaltige Pflanze ihren Kohlenstoff bezieht, ist einzig und allein die Kohlensäure der atmosphärischen Luft (oder für Wasserpflanzen auch die im Wasser enthaltene Kohlensäure), welche unter der Einwirkung des Lichts von den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzt wird. Setzt man eine Wasserpflanze (z. B. ein abgeschnittenes Blatt von Potamogeton natans oder ein Stengelstück der Wasserpest, Elodea canadensis) in kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man alsbald, daß aus der Schnittfläche des Stengels oder Blattstiels in regelmäßigen Zwischenräumen Gasblasen aufsteigen (Fig. 83). Dieselben bestehen aus Sauerstoff. Die Kohlensäure wird nämlich in den Chlorophyllkörnern in der Weise zersetzt, daß ein Theil ihres Sauerstoffs an die Atmosphäre zurückgegeben wird, der Rest aber sich mit den Elementen des Wassers verbindet zu organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Menge, als er in der Kohlensäure (CO_2) vorhanden ist. Da fast sämmtliche Nahrungsstoffe der Pflanze (nicht bloß die Kohlensäure) sehr sauerstoffreiche Verbindungen sind, zum größten Theil sogar von höchstmöglichem Sauerstoffgehalt, die in der Pflanze erzeugten Stoffe aber alle arm an Sauerstoff, zum Theil sogar sauerstofffrei sind, so geht hieraus schon mit Nothwendigkeit hervor, daß bei der Ernährung der Pflanze große Mengen von Sauerstoff abgeschieden werden müssen. Die erste organische Verbindung, welche wir als Produkt der Assimilation nachweisen können, ist bei den meisten Pflanzen die Stärke ($C_6H_{10}O_5$), welche in Form kleiner Körnchen in den Chlorophyllkörnern auftritt; seltener findet sich dort an deren Stelle Zucker oder fettes Öl. Außer einer gewissen Temperatur ist die Mitwirkung des Lichts bei diesem Prozesse unentbehrlich; im Dunkeln wird kein Sauerstoff ausgeschieden und ebensowenig ist die Bildung der Stärkeeinschlüsse in den Chlorophyllkörnern beobachtet; von den einzelnen Strahlen, welche das weiße Sonnenlicht zusammensetzen, sind diejenigen die wirk-

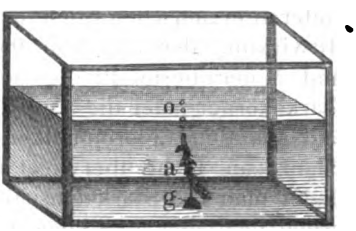


Fig. 83. Sauerstoffausscheidung einer Wasserpflanze (Elodea canadensis); *a* der abgeschnittene Stengel, *g* ein Gewicht, das den Stengel in aufrechter Stellung hält, *o* die aus der Schnittfläche aufsteigenden Gasblasen.

Digitized by Google

samsten, welche vom Chlorophyllfarbstoff (beziehungsweise den denselben bei gewissen Algen vertretenden Farbstoffen) in höchstem Maße absorbirt werden. Das Organ der Pflanzen für die Assimilation sind die chlorophyllreichen Theile, insbesondere die Laubblätter.

Auf anderem Wege wird von den grünen Pflanzen kein Kohlenstoff assimilirt; außer diesem Vorgange kennen wir in der Natur überhaupt keine Umwandlung der Kohlensäure in sauerstoffärmere organische Verbindungen, es stammt daher sämmtlicher Kohlenstoff, auch in den organischen Verbindungen des thierischen Körpers, aus der in den Chlorophyllkörnern zersetzten Kohlensäure.

§ 50. **Der Stoffwechsel.** Die durch die Assimilation in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stoffe, in der bei weitem größten Mehrzahl der Pflanzen also die Stärke, sind das Material, von welchem die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze ausgeht; es geschieht dies unter Mitwirkung der aus dem Boden aufgenommenen Stickstoffverbindungen und Mineralbestandtheile sowie des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Stärkekörner (oder die äquivalenten Stoffe) werden immer wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt; bei normalem Leben der Pflanze am Licht überwiegt die Neubildung über den Verbrauch; daher findet man die Stärkeeinschlüsse regelmäßig in den Chlorophyllkörnern; bringt man aber eine Pflanze in Dunkelheit, so verschwinden die Stärkekörnchen nach und nach vollständig.

Von den Stoffen, die in der Pflanze erzeugt werden, sind diejenigen von hervorragender Bedeutung, aus welchen die Substanz der Membranen und des Protoplasmas gebildet wird; sie werden als Baustoffe bezeichnet.

Die Membranen bestehen aus Cellulose, welcher die Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ zukommt; die Untersuchung hat gezeigt, daß Stärke, Zucker, Inulin (welche eine ähnliche Zusammensetzung haben) und die Fette das Material für die Bildung der Cellulose liefern, also die Baustoffe der Membranen sind.

Das Protoplasma besteht wesentlich aus Eiweiß-(Protein-)stoffen; dieselben enthalten alle Stickstoff und Schwefel; solche Eiweißstoffe und andere stickstoffhaltige Verbindungen, wie das Asparagin, sind die Baustoffe für das Protoplasma und die ihm angehörigen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner.

Die durch die Assimilation erzeugten Baustoffe werden von den Assimilationsorganen, den Blättern, nach den Verbrauchsorten hin fortgeleitet; solche Verbrauchsorte sind zunächst alle wachsenden Theile, so die jungen Triebe der Stengel und Zweige, ebenso auch die weiter wachsenden Wurzeln. Bei den Holzpflanzen wird ein Theil der assimilirten Substanz zur Holzbildung verwendet und wandert dem entsprechend von der Krone gegen den Stamm eines Baumes zu; von der Quantität der assimilirten Substanz, somit auch von der Anzahl der Blätter, Äste und Zweige, hängt die Menge des sich bildenden Holzes ab, welche indeß nicht nach der Jahresringbreite allein, sondern dem Zuwachs, d. h. dem Flächeninhalt

Digitized by Google

der Jahresringe, zu beurtheilen ist. Bäume, welche bis zur Basis mit blättertragenden Ästen besetzt sind, haben natürlich in ihren unteren Theilen mehr Material zur Holzbildung zur Verfügung, als in den oberen, daher ist die Form des Stammes dann nach oben stark konisch verjüngt, während lange astfreie Stämme sich der zylindrischen Form nähern.

Die Baustoffe werden aber nicht alle sogleich weiter verbraucht, sondern ein mehr oder minder großer Theil wird zeitweilig abgelagert, zuweilen auch für längere Zeit in besonderen Organen angehäuft, um erst später verbraucht zu werden; diese sind die Reservestoffe. Solche Organe, Reservestoffbehälter, sind alle Samen, welche fast immer außer dem Keimpflänzchen auch die für dessen erste Entwickelung nöthige Nahrung enthalten, ferner die Knollen und verdickten Wurzeln (wie Kartoffeln, Dahlienknollen, Rüben), überhaupt die ausdauernden Theile mehrjähriger Pflanzen, bei den Stauden die Rhizome, bei den Bäumen und Sträuchern das Markstrahl- und Holzparenchym der Äste und des Stammes, bei den immergrünen Gewächsen auch die Blätter selbst.

Die Kartoffelknolle z. B. enthält bekanntlich große Mengen von Stärke; wenn deren Knospen zu Trieben und neuen Pflanzen auswachsen, verschwindet die Stärke in demselben Maße, als neue Zellmembranen gebildet werden; in derselben Weise wird die Stärke der Getreidesamen, der Rohrzucker der Runkelrübe, das Inulin der Dahlienknollen, das fette Öl der Samen von Raps, Kürbis, Sonnenrose u. v. a. verbraucht, um die Membranen der neuen Pflanze zu bilden. Gewisse Zellschichten, besonders die Markstrahlzellen der Bäume, enthalten im Winter viel Stärke, welche beim Heranwachsen der neuen Triebe im Frühjahre aufgelöst und verbraucht wird. Auch Cellulose selbst findet sich als Reservestoff in den Samen der Dattel und anderer Palmen; die starken Verdickungen der Endospermzellen werden bei der Keimung aufgelöst und dienen zum Wachsthum der Keimpflanze.

Die oben § 20 beschriebenen Proteinkörner sind die Form, in welcher die eiweißartigen Stoffe als Reserve im Samen niedergelegt sind.

Läßt man die Samen im Dunkeln keimen oder die Triebe aus anderen Reservestoffbehältern, wie Kartoffeln u. dgl., im Dunkeln sich entwickeln, so kann keine Assimilation stattfinden und sämmtliche neugebildete Zellen sind auf Kosten der Reservestoffe herangewachsen; welchen Grad von Entwickelung eine solche im Dunkeln wachsende Pflanze erreicht, hängt von der Ausgiebigkeit der Reservenahrung ab, welche je nach den Pflanzenarten verschieden ist. Aus dem winzigen Samenkorn des Tabaks z. B. wächst im Dunkeln eine nur sehr kleine Keimpflanze heran, während die Kartoffelknolle, die Runkelrübe mächtige Pflanzen ernähren können.

Die als Reservenahrung abgelagerten Baustoffe werden durch Fermente in lösliche Verbindungen umgewandelt und gehen eine Reihe von Umwandlungen ein, bis sie ihr Endziel, die Cellulose oder die Eiweißstoffe des Protoplasmas, erreicht haben. Die Baustoffe der Membranen, mögen sie nun als Stärke, Rohrzucker, Inulin, fettes Öl oder Cellulose abgelagert sein, werden immer zum Theil in Traubenzucker verwandelt, dessen Lösung in

Digitized by Google

den Parenchymzellen mittelst Diffusion an die Verbrauchsorte, die Bildungsstätten der neuen Zellen hingeleitet wird; sehr häufig findet außerdem in den leitenden Geweben, vorzugsweise in den Strangscheiden, vorübergehende, transitorische Stärkebildung statt.

Die Zwischenprodukte der eiweißartigen Reservestoffe sind wenig bekannt; ein großer Theil derselben wandert in den dünnwandigen langgezogenen Zellen des Phloëms; bei einigen Pflanzen tritt als Zwischenprodukt Asparagin auf, welches im Parenchymgewebe fortgeleitet wird.

In derselben Weise, wie die Stärke der Reservestoffbehälter, wird die Stärke aus den Chlorophyllkörnern den Verbrauchsorten zugeleitet, zum Theil, um sofort zum Wachsthum neuer Organe verwendet zu werden; zum Theil, um in den Reservestoffbehältern in einen der oben angeführten Stoffe sich umzuwandeln und aufbewahrt zu werden.

In den Pflanzen findet sich noch eine große Anzahl anderer Kohlenstoffverbindungen, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zum Aufbau der neuen Zellen stehen; es sind dies Nebenprodukte des Stoffwechsels, welche zum Theil als nothwendige Zersetzungsprodukte bei der Umwandlung der Baustoffe entstehen, theils aber andere noch vielfach unbekannte Funktionen zu verrichten haben. Solche Nebenprodukte sind die Gerbstoffe, Farbstoffe, Säuren, Alkaloide, flüchtigen Öle u. s. w. Dieselben bilden sich auch aus den Reservestoffen, welche somit niemals vollständig zum Aufbau neuer Organe verwendet werden.

Die Degradationsprodukte endlich sind Endglieder des Stoffwechsels, welche im Organismus keine weitere Verwendung erfahren und aus den organisirten Bestandtheilen entstehen. Dahin gehören außer den oben § 31 genannten Sekreten die meisten Gummiarten; das Tragantgummi z. B., welches von mehreren Astragalusarten ausgeschieden wird, läßt noch die Organisation der Zellhäute, die aber sehr quellungsfähig geworden sind, erkennen; das Kirschgummi entsteht ebenfalls durch Verflüssigung von Zellhäuten, ist aber in Wasser nicht löslich; das arabische Gummi endlich, welches von Akazien abstammt, besteht aus so weit veränderten Membranen, daß es wirklich in Wasser löslich ist.

§ 51. **Die Aufnahme organischer Nahrungsstoffe.** Da nach dem oben § 49 Gesagten das chlorophyllhaltige Protoplasma das Organ für die Bildung organischer Substanz ist, so leuchtet ein, daß diejenigen Pflanzen, welche kein Chlorophyll besitzen, auch keine organische Substanz erzeugen können, sondern dieselbe fertig gebildet aufnehmen müssen; solche chlorophyllfreie Pflanzen sind z. B. sämmtliche Pilze, von höheren Pflanzen Cuscuta, Orobanche, Monotropa, Neottia u. a.; wenn auch in einigen der zuletzt genannten geringe Mengen von Chlorophyll nachgewiesen wurden, so kommen diese für die Ernährung der betreffenden Pflanzen doch nicht in Betracht. Die fertig gebildeten organischen Verbindungen entnehmen nun die chlorophyllfreien Pflanzen entweder anderen lebenden Pflanzen oder Thieren, oder todten Resten von Organismen. Die Pflanzen mit letzterer Lebensweise heißen Saprophyten, Fäulnisbewohner; solche sind z. B.

Digitized by Google

Monotropa und Neottia, welche im Humus des Waldbodens leben, viele ebendort vorkommende Pilze, die Schimmel- und Hefenpilze, welche in Pflanzensäften vegetiren, Saprolegnia, welche Thierleichen bewohnt u. a. Einige Pilze, wie die eben erwähnten Hefenpilze, sowie auch viele chlorophyllfreie Schizophyten zeigen noch die Besonderheit, daß sie ihr Substrat nicht bloß im Verhältnis der für sie nothwendigen Nahrungsaufnahme zersetzen, sondern durch Ausscheidung von Fermenten einen raschen Zerfall des Substrates, d. h. Gährung und Fäulnis verursachen.

Diejenigen Pflanzen dagegen, welche ihre Nahrung anderen lebenden Organismen entnehmen, heißen Schmarotzer oder Parasiten, sie sind meistens an ganz bestimmte Nährpflanzen, allgemein: Wirthe, gebunden, so z. B. die Orobranchen, Rostpilze, besitzen besondere Organe und Einrichtungen, um mit dem Gewebe der Nährpflanze in Verbindung zu treten, so z. B. die Saugwurzeln der Cuscuten, und verursachen gewöhnlich Erkrankungen ihrer Nährpflanze, indem sie ihnen zum mindesten Nahrungsstoffe entziehen, bisweilen aber auch krankhafte Wucherungen hervorrufen (Hexenbesen der Weißtanne, von einem Rostpilz, Aecidium elatinum, erzeugt). Seltener sind pflanzliche Parasiten in Thieren, so die krankheitserregenden Schizophyten, Pilze wie Empusa, Cordyceps in Insekten. Von diesen Parasiten können einige ihren Entwickelungsgang wenigstens theilweise auch in saprophytischer Lebensweise durchlaufen, so z. B. die ebengenannte Cordyceps; solche nennt man fakultative Saprophyten. Andererseits werden die beiden Typen der Parasiten und Saprophyten noch verbunden durch die fakultativen Parasiten, d. h. Pflanzen, welche in beiderlei Lebensweise, der saprophytischen und der parasitischen, sich annähernd gleichgut zu entwickeln vermögen, so z. B. unter den Pilzen Agaricus melleus, der sowohl auf todtem Holze, als auch in lebenden Pflanzen seine normale Entwickelung erreicht.

Es giebt indeß auch Parasiten, welche reichlich Chlorophyll besitzen und demgemäß selbst organische Substanz bilden, so die Mistel, Viscum, welche auf verschiedenen Bäumen schmarotzt, die Rhinanthaceen, Thesium, deren Wurzeln durch eigenthümliche Saugorgane mit den Wurzeln anderer Pflanzen verwachsen sind. Obwohl die Ernährungsverhältnisse dieser chlorophyllhaltigen Parasiten noch nicht genügend aufgeklärt sind, läßt sich doch die Vermuthung aussprechen, daß sie außer der von ihren eigenen grünen Blättern assimilirten Substanz wenigstens die sonst dem Boden entnommenen Nahrungsstoffe in einer gewissermaßen vorbereiteten Form ihren Nährpflanzen entziehen.

Eine eigenthümliche Art von Aufnahme organischer Substanz zeigen die sogenannten fleischfressenden Pflanzen, welche mit Hilfe ihrer Blätter kleine Thierchen fangen, festhalten und aus diesen stickstoffhaltige Bestandtheile aufnehmen. Von den sehr mannigfaltigen Formen der Fangapparate sei hier beispielsweise Drosera erwähnt, deren Blätter am Rande und an der Oberfläche mit drüsigen Anhängseln (Fig. 84 *A*, *d*) besetzt sind. Diese Drüsen sezerniren stets einen klebrigen fermenthaltigen Saft. Kleine Insekten bleiben daran kleben und verursachen einen Reiz des Anhängsels,

Digitized by Google

welches sich infolge dessen nebst den übrigen einkrümmt (Fig. 84 *B*), so daß das Insekt nunmehr von allen Drüsen berührt wird: diese scheiden alsdann auch eine Säure aus, unter deren Mitwirkung die Eiweißstoffe durch das Ferment peptonisirt und in die Pflanze übergeführt werden; nur Fett und Chitin bleiben zurück. In letzterer Beziehung verhalten sich andere fleischfressende Pflanzen, wie Nepenthes, Utricularia, ebenso; nur die Einrichtungen zum Fange der Thierchen sind äußerst mannigfaltig.

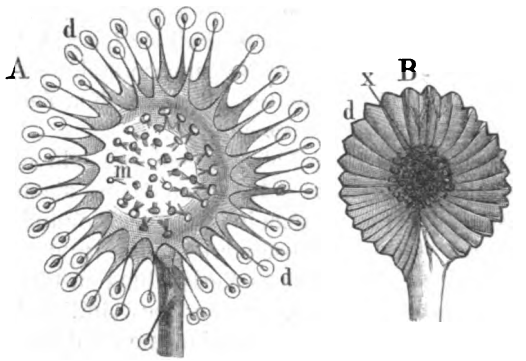


Fig. 84. Blatt von Drosera rotundifolia (4 mal vergr.). *A* im ausgebreiteten Zustande, *d* die Anhängsel des Randes, *m* die kurz gestielten Drüsen des Mittelfeldes. *B* durch Berührung des Insektes *x* sind die Anhängsel alle einwärts gekrümmt.

§ 52. **Der Sauerstoff; Athmung.** Bei der Ernährung werden beständig große Mengen von Sauerstoffverbindungen in die Pflanze eingeführt; und da die aus diesen Verbindungen entstehenden assimilirten Stoffe sauerstoffarm sind, wird bei der Assimilation ein sehr großer Theil dieses in Verbindungen enthaltenen Sauerstoffes abgeschieden und aus der Pflanze entfernt. — Im Gegensatz zu diesem Vorgange, welcher ausschließlich in den chlorophyllhaltigen Zellen und unter Mitwirkung des Lichtes stattfindet, nehmen nun aber alle Pflanzentheile und zu jeder Zeit aus der Atmosphäre Sauerstoff auf, um dafür Kohlensäure auszuscheiden. Dieser Vorgang ist die Athmung, welche man von dem entgegengesetzten Prozeß der Assimilation streng zu unterscheiden hat. Daß die Pflanze, indem sie durch die Assimilation Kohlensäure zersetzt, und umgekehrt bei der Athmung Kohlensäure erzeugt, dennoch an Gewicht zunimmt und Kohlenstoffverbindungen in sich anhäuft, erklärt sich einfach daraus, daß eben die Athmung der Pflanzen für gewöhnlich eine sehr schwache, die Assimilation unter günstigen Umständen eine äußerst ausgiebige ist. Pflanzen, welche im Finstern wachsen, also keine Möglichkeit haben, zu assimiliren, müssen deshalb nothwendig an Trockengewicht abnehmen und endlich durch Stoffverlust zu Grunde gehen. Die Stoffe, welche die bei der Athmung abgegebene Kohlensäure liefern, sind die Kohlenhydrate, welche offenbar durch die Thätigkeit des Protoplasmas oxydirt werden. Die Athmung ist für das Leben der Pflanze unbedingt nothwendig; in sauerstofffreier Atmosphäre unterbleiben die Lebensvorgänge; die Bewegungen des Protoplasmas stehen still; das Wachsthum unterbleibt, die Reizbarkeit beweglicher Blätter (wie von Mimosa, Oxalis, s. § 60) erlischt; zuletzt tritt der Tod der ganzen Pflanze ein.

Digitized by Google

Die nachtheiligen Folgen des Sauerstoffmangels zeigen sich sehr augenfällig an dem Absterben von Pflanzen, deren Wurzeln nicht genügend mit Luft in Berührung kommen; es ist dies der Fall, wenn durch zu reichliches Begießen die Zwischenräume zwischen den Bodentheilchen sich mit Wasser füllen, oder wenn, wie in den Straßen der Städte, der Boden zu fest ist, um eine genügende Luftzirkulation zu ermöglichen. — Pflanzen, welche normal in einem mit Wasser durchtränkten Boden wurzeln, wie alle Sumpfpflanzen, besitzen dem entsprechend im Innern große Lufträume, die sich von den oberirdischen Theilen aus nach abwärts erstrecken und so den unterirdischen Theilen im Innern der Pflanze die nöthige Luft, d. h. Sauerstoff zuführen.

Durch die Athmung werden Kräfte gewonnen und neue chemische Prozesse angeregt.

Wie bei allen Oxydationsvorgängen wird auch in der Pflanze hierdurch Wärme frei; da aber bei der Pflanze die Abkühlung durch andere Faktoren sehr begünstigt ist, wird für gewöhnlich keine Temperaturerhöhung durch die Athmung bemerkbar. Dieselbe tritt nur in einzelnen Fällen hervor, wo die Athmung sehr ausgiebig und die Abkühlung sehr beschränkt ist, so bei der Keimung von Samen, welche dicht beisammen liegen, wie z. B. die Gerstenkeime bei der Malzbereitung; dieselbe besteht nämlich darin, daß Gerstenkörner durch Feuchtigkeit und Wärme zum Keimen gebracht werden, um die Stärke in Zucker zu verwandeln; dabei tritt eine erhebliche Erhöhung der Temperatur ein. In manchen Blüthen, z. B. von Araceen, hat man eine Selbsterwärmung von 4—5, selbst bis 10° C. über die Lufttemperatur beobachtet. In geeigneten Apparaten, wie Fig. 85, läßt sich eine solche Selbsterwärmung auch für beliebige andere, selbst kleine Blüthen, sowie für keimende Samen leicht nachweisen.

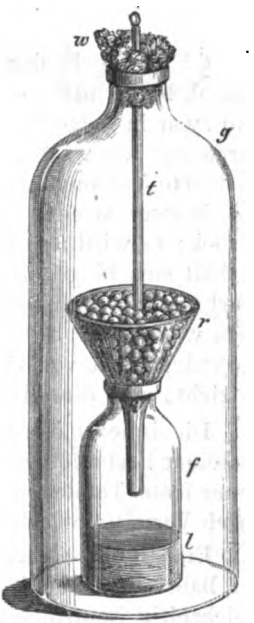


Fig. 85. Apparat zur Beobachtung der Selbsterwärmung kleiner, sich öffnender Blüthen oder keimender Samen. Dieselben werden auf den Trichter *r* möglichst dicht zusammengehäuft und dieser in ein unten Kalilauge (*l*) enthaltendes Gefäß (*f*) gesteckt. Dieselbe absorbirt die bei der Athmung gebildete Kohlensäure. Das Ganze wird mit einer Glocke (*g*) bedeckt, durch deren mit Baumwolle locker verstopften Hals ein feines Thermometer geführt wird, dessen Kugel zwischen den Objekten steckt. Die Temperatur wird in diesem Apparat höher sein als in einem zweiten ebensolchen, zum Vergleich aufgestellten, in dem die Pflanzentheile durch Papierstücke u. dgl. ersetzt sind (nach *Sachs*).

In den wenigen Fällen endlich, in denen ein Leuchten (Phosphoreszenz) lebender Pflanzen sicher konstatirt wurde, wie bei mehreren Pilzen (z. B. Agaricus melleus), hängt dieses mit der Sauerstoffaufnahme zusammen; es findet nur statt, so lange der Pilz lebt und von sauerstoffhaltiger Atmosphäre umgeben ist. Die alten Angaben über das Leuchten verschiedener Blüthen haben sich nicht bestätigt.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Das Wachsthum.

§ 53. **Begriff des Wachsthums.** Die Pflanzen und ihre Organe wachsen, d. h. sie nehmen an Volumen zu und verändern dabei ihre Gestalt, und zwar in Folge innerer Vorgänge, welche bleibende Veränderungen hervorrufen. Ein welk gewordener Pflanzentheil, in Wasser gelegt, vermehrt auch sein Volumen, es ist dies aber kein Wachsthum; denn wenn man ihm das Wasser wieder entzieht, kehrt er wieder auf seine frühere Größe zurück; es wird also keine bleibende Veränderung hervorgerufen. Anders verhält sich hingegen die Sache, wenn einem reifen Samen Wasser zugeführt wird; derselbe keimt, d. h. das in ihm eingeschlossene Keimpflänzchen wächst heran, wächst aus dem Samen heraus; hier sind bleibende Veränderungen vor sich gegangen; wenn man auch das Wasser wieder entzieht, sind dieselben doch nicht wieder rückgängig zu machen.

Die inneren Vorgänge, welche diese bleibenden Veränderungen unmittelbar herbeiführen, bestehen der Hauptsache nach in der Einlagerung neuer fester Theilchen sowohl, als von Wasser in die wachsenden Zellwände durch Vermittelung des Protoplasmas.

Eine nothwendige Bedingung des Wachsthums ist das Vorhandensein von Baustoffen; damit ist aber nicht gesagt, daß eine wachsende Pflanze gleichzeitig Nahrungsstoffe aufnehmen, sich ernähren müsse; gewöhnlich werden die Nahrungsstoffe aus älteren, nicht mehr wachsenden Theilen einer Pflanze den jüngeren, wachsenden zugeleitet und dort verwendet; diese älteren Theile können nun Reservestoffbehälter sein, wie z. B. Kartoffelknollen, welche austreiben, oder es sind assimilirende Blätter, wie am deutlichsten bei den einjährigen Gewächsen, z. B. der Tabakspflanze; die ausgewachsenen Blätter assimiliren und auf Kosten der Baustoffe wachsen die Stengel und jüngeren Blätter.

Das Wachsthum wird durch innere Ursachen bedingt; es giebt Pflanzentheile, welche, wenn sie eine gewisse Größe und Form erreicht haben, überhaupt nicht mehr fähig sind zu wachsen, so z. B. die meisten Blätter; andere (z. B. die Knoten der Grashalme) können unter Umständen noch einmal zu wachsen anfangen. Der ganze Körper einer Pflanze aber erreicht, von einigen niedrig organisirten Formen abgesehen, niemals einen ausgewachsenen stationären Zustand, in welchem die Lebensprozesse sich nur noch auf Ernährung, auf Erhaltung der gebildeten Theile beschränken würden, wie bei den Thieren, sondern die Pflanze zeigt, so lange sie lebt, an gewissen Theilen immer noch Wachsthumsprozesse; es ist ja auch die Anzahl der Glieder eines Pflanzenkörpers im allgemeinen unbegrenzt.

§ 54. **Die Phasen des Wachsthums.** Die räumliche und zeitliche Vertheilung der Wachsthumsvorgänge läßt sich am einfachsten an einer wach-

Digitized by Google

senden Wurzel beobachten. Trägt man an einer solchen (Fig. 86 *A*) Marken in gleichen Abständen auf und beobachtet dieselbe etwa nach Verlauf eines Tages wieder, so sieht man (Fig. 86 *B*), daß diese Marken in ungleichem Verhältnis auseinander gerückt sind, daß das Wachsthum nicht gleichmäßig vertheilt ist. Während an der Spitze der Wurzel, ebenso wie in der weiter rückwärts gelegenen Region ein bemerkbares Wachsthum nicht stattgefunden hat, war dieses in einer mittleren Strecke am lebhaftesten; hier sind die Marken am weitesten auseinandergerückt, nach beiden entgegengesetzten Richtungen hin nimmt die Ausgiebigkeit des Wachsthums allmählich ab. Nun sind aber die beiden Regionen, in welchen ein Wachsthum nicht stattgefunden hat, von sehr ungleicher Beschaffenheit. Die Region an der Spitze besteht (abgesehen natürlich von der Wurzelhaube, s. oben S. 33) aus Urmeristem, die rückwärts der wachsenden Zone gelegene aus Dauergewebe, in welchem noch die Ausbildung der Gewebeelemente erfolgt. Ebenso wie hier, können wir sonach an jedem aus Gewebe bestehenden wachsenden Pflanzentheil drei verschiedene Regionen unterscheiden:

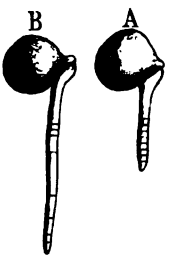


Fig. 86. Eine wachsende Keimwurzel der Erbse in zwei aufeinanderfolgenden Stadien, *A* früheres, *B* späteres Stadium.

1) Das Urmeristem oder embryonale Gewebe, in welchem Wachsthum, d. h. Vergrößerung und Gestaltsänderung der Zellen nur in ganz geringem Maße stattfindet; die Zellen haben sehr dünne Zellwände, große Zellkerne und gewöhnlich keinen Saftraum; die Zelltheilungen erfolgen rasch nacheinander; hier findet auch die normale Anlage neuer Glieder statt.

2) Den in Streckung befindlichen Theil; hier erfolgt ausgiebiges Wachsthum, wobei insbesondere der Saftraum der Zelle sich vergrößert, somit lebhafte Wasseraufnahme des wachsenden Gewebes stattfindet. Zelltheilungen treten gewöhnlich noch ein, hier beginnt auch die Differenzirung der Gewebe.

3) Den ausgewachsenen Theil, in welchem kein Wachsthum mehr erfolgt, wohl aber die innere Ausbildung der Gewebe ihrer Vollendung entgegengeht.

Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, daß diese drei Zustände, die wir hintereinander antreffen, von jeder Zelle der Reihe nach durchlaufen werden. Jede im Urmeristem entstandene Zelle fängt langsam an zu wachsen, erreicht zu einer gewissen Zeit die größte Geschwindigkeit, um dann allmählich wieder aufzuhören zu wachsen. Da nun dies bei allen auf gleicher Höhe liegenden Zellen in gleicher Weise der Fall ist, so findet sich eine Strecke am wachsenden Theil, wo das Wachsthum am ausgiebigsten ist, von welcher aus es nach beiden Seiten hin an Geschwindigkeit abnimmt.

Digitized by Google

Die Stengel, welche bedeutende Längen erreichen, verhalten sich bezüglich der gegenseitigen Lage dieser drei Regionen im ganzen und großen ebenso wie die Wurzeln, indem am Scheitel durch Theilung Zellgewebe gebildet wird, welches weiter nach rückwärts in Streckung übergeht, an den älteren Partien aber nicht mehr wächst. Wo jedoch scharf abgegliederte Internodien vorhanden sind, treten weitere Komplikationen dadurch ein, daß einmal die Knoten schon frühzeitig aufhören sich zu verlängern, während die Internodien noch längere Zeit fortwachsen, sowie daß ferner innerhalb eines jeden Internodiums wieder ähnliche Verschiedenheiten des Wachsthums auftreten.

Die Blätter bestehen anfangs, wenn sie aus dem Urmeristem des Stammes hervorgehen, aus sich theilendem Urgewebe; dieses geht nun entweder überall ziemlich gleichmäßig, oder zumeist an der Spitze zuerst (z. B. Gräser), seltener an der Basis zuerst (z. B. Farne) in Streckung und Dauerzustand über; ein Vegetationspunkt für dauerndes Wachsthum bleibt hier in der Regel nicht mehr übrig.

An den stetig fortwachsenden Pflanzentheilen, den Stengeln und Wurzeln, werden die embryonalen Gewebe durch die hinter ihnen erfolgende Streckung immer weiter auseinandergeschoben. Das junge, im Samen eingeschlossene Keimpflänzchen einer höheren Pflanze (es gilt das Gleiche aber auch für niedriger organisirte Pflanzen) besteht ganz und gar aus Urmeristem, embryonalem Gewebe; dieses wird getrennt in das der Wurzel und das des Stengels, indem das zwischen den Scheiteln dieser beiden gelegene Gewebe in Wachsthum übergeht; dieselbe Abtrennung wiederholt sich bei jeder Verzweigung, und es ist sonach sämmtliches an den Spitzen des Pflanzenkörpers vertheilte Urmeristem seinem Ursprung nach auf das Urmeristem der Keimpflanze zurückzuführen, wie bereits oben S. 80 erwähnt wurde. Natürlicherweise hat inzwischen eine Vermehrung der Gesammtmenge des embryonalen Gewebes stattgefunden.

Was in Vorstehendem für die Mehrzahl der Pflanzen, deren Körper aus Zellgewebe besteht, ausgeführt wurde, gilt ebenso auch für solche, welche nur aus einer einzigen Zelle bestehen und dabei Längenwachsthum besitzen. Auch hier zeigt Zellwand und Inhalt embryonalen Charakter am Scheitel, weiter rückwärts erfolgt die Streckung, noch weiter rückwärts findet keine Größen- und Gestaltsänderung mehr statt.

Jeder Pflanzentheil zeigt bezüglich der Geschwindigkeit seines Wachsthums eine große Periode, d. h. er fängt langsam an zu wachsen, wächst zu einer gewissen Zeit am raschesten; von da ab erlischt das Wachsthum allmählich, bis zuletzt das ganze Organ ausgewachsen ist. Abgesehen von der zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit des Wachsthums kommt auch die Dauer in Betracht, während welcher ein Pflanzentheil wachsen kann, und dessen Fähigkeit, eine bestimmte Länge zu erreichen. Man bemerkt z. B. sehr leicht, daß an den meisten Stengeln die untersten Internodien kurz bleiben, die nächstoberen größer sind, an einer gewissen Stelle des Stengels am größten und die obersten wieder kurz. Ebenso nimmt meistens auch die definitive Größe der zugehörigen Blätter von unten

Digitized by Google

bis etwa zur Mitte zu und dann wieder ab. In der allmählichen Abnahme des Wachsthums und der Länge der Jahrestriebe liegt auch die Ursache dafür, daß »die Bäume nicht in den Himmel wachsen«.

§ 55. **Turgor und Gewebespannung in wachsenden Theilen.** Der Turgor ist eine wesentliche Voraussetzung des Wachsthums, eine der wichtigsten Ursachen des Flächenwachsthums der Zellwände. Welke Pflanzentheile wachsen überhaupt nicht. Gewebespannung ist infolge des Turgors ohnehin in jedem wachsenden Pflanzentheil vorhanden; sie wird aber selbst durch Verschiedenheiten im Wachsthum der einzelnen Gewebeschichten hervorgerufen. Wenn man ein wachsendes Internodium (ebenso einen Blattstiel oder eine Rippe) der Länge nach halbirt, so klaffen die beiden Längshälften weit auseinander; es rührt dies daher, daß das Mark von allen Geweben am meisten zu wachsen, sich auszudehnen bestrebt ist, an der vollkommenen Ausdehnung aber durch die äußeren Gewebeschichten gehindert wird; die letzteren werden durch das stärker wachsende Mark gedehnt, sind passiv gespannt. An einer Wurzel verhalten sich die Längshälften gerade umgekehrt, dieselben werden gegeneinander konkav, weil hier der passiv gedehnte Fibrovasalstrang axil verläuft, vom parenchymatischen Gewebe rings umgeben wird. Mit den Längsspannungen sind nothwendigerweise auch Querspannungen verbunden; die letzteren zeigen sich besonders deutlich an Stämmen mit Dickenwachsthum, indem die Rinde durch die Thätigkeit des Cambiums gedehnt wird; ein abgelöster Rindenring klafft, läßt sich ohne große Kraftanwendung nicht mehr mit seinen Rändern über dem Holz zusammenschließen.

Eine besonders auffallende Wirkung des Turgors tritt an den eben ausgewachsenen Theilen der Wurzeln ein; dieselben verkürzen sich, wobei die Epidermis Querrunzeln erhält; dadurch werden Keimpflanzen, wohl aber auch die kurzen Stämme mit Blattrosetten, wie z. B. Taraxacum, Plantago u. a., in den Boden hinabgezogen. Hebt man durch Wasserentziehung den Turgor solcher Wurzeln auf, so verlängert sich die betreffende Strecke. Diese Thatsache erklärt sich dadurch, daß hier die Zellwände in der Querrichtung dehnbarer sind als in der Längsrichtung, sonach durch den Turgor eine Ausdehnung in der Querrichtung mit Verkürzung in der Längsrichtung hervorgerufen wird, während bei allen anderen wachsenden Theilen das umgekehrte Verhältnis, größere Dehnbarkeit in der Längsrichtung, stattfindet.

§ 56. **Ungleichseitiges Wachsthum.** Sehr viele Pflanzentheile sind so organisirt, daß die verschiedenen Seiten nicht in gleichem Maße wachsen, ohne daß die äußeren Bedingungen dies verursachen würden; so wachsen z. B. die jungen Blätter anfangs auf ihrer unteren Seite stärker, so daß sie sich über dem Stammende zusammenlegen, während die spätere Entfaltung durch ein stärkeres Wachsthum der Oberseite herbeigeführt wird. An vielen Keimpflanzen (s. z. B. Fig. 89, S. 113) bildet der Stengel unter seiner Spitze einen Bogen, so daß diese selbst mit den jungen Blättern gegen

Digitized by Google

die Basis zurückgekrümmt ist; auch dies beruht darauf, daß die eine Seite des Stengels anfangs stärker wächst als die andere und daher konvex wird.

Indem die stärker wachsende Seite nicht immer die nämliche bleibt, werden durch dieses ungleichseitige Wachsthum Bewegungen herbeigeführt, welche man als Nutationen bezeichnet. Findet die Bewegung bloß von hinten nach vorne, oder von rechts nach links statt, indem nämlich bald die hintere (rechte) Seite abwechselnd stärker wächst, und bald die vordere (beziehungsweise linke), so ist das die einfache Nutation; findet sie aber nach allen Seiten hin statt, indem nämlich alle Seiten nacheinander im Wachsthum überwiegen, so kommt die revolutive Nutation zu stande.

§ 57. **Einfluſs äuſserer Bedingungen auf die Wachsthumsvorgänge.** Es wurde bereits erwähnt, daß ein gewisser Wasservorrath zum Zustandekommen des Turgors nöthig ist, sonach auch Voraussetzung des Wachsthums ist; ebenso gilt bezüglich der Abhängigkeit der Wachsthumsvorgänge von der Wärme das oben § 41 allgemein darüber Gesagte. Hingegen müssen die Einwirkungen der Schwerkraft und des Lichtes näher besprochen werden. Diese Kräfte beeinflussen sowohl die Bildung von Vegetationspunkten, als den Verlauf der Streckung, und rufen ferner, wie im nächsten Kapitel gezeigt werden soll, durch Änderung in ihrer Richtung Reizbewegungen an wachsenden wie ausgewachsenen Pflanzentheilen hervor.

Die Schwerkraft wirkt bei mehreren Pflanzen dahin, daß neue Sproßknospen an den aufwärts gerichteten Enden abgeschnittener Theile, Wurzeln an den abwärts gerichteten entstehen; es kommt dabei freilich auch die innere Disposition der Pflanze in Betracht.

Das Licht hindert vielfach, z. B. beim Epheu, die Wurzelbildung an der beleuchteten Seite und ruft sie an der Schattenseite hervor; durch die Beleuchtungsrichtung wird die Ausbildung der Seiten an dorsiventralen Prothallien, Thallus von Lebermoosen u. dgl. bestimmt.

Die Abhängigkeit der Streckung von den äußeren Bedingungen ist insbesondere für das Licht der Erscheinung nach genauer bekannt, und zwar übt das Licht eine beeinträchtigende, retardirende Wirkung auf das Wachsthum; es ist eine alte Erfahrung, daß Stengel, die sich im Finstern entwickeln, z. B. Kartoffeltriebe im Keller, viel länger werden, viel längere Internodien besitzen, als die normal am Licht wachsenden. Solche im Finstern erwachsene und daher in ihrer Form abnorm entwickelte Pflanzen werden als etiolirt bezeichnet. Ihre Internodien sind sehr lang, die Blätter sind nicht grün, sondern gelb, aber häufig viel kleiner, als die normalen; es rührt dies letztere von einer krankhaften Entwickelung her, da ja das Licht für andere Lebensvorgänge nothwendig ist. Die retardirende Wirkung des Lichts äußert sich auch in einer täglichen Periodicität. Wenn nämlich die Temperatur möglichst konstant ist, so erreicht das Wachsthum infolge der Dunkelheit in den Morgenstunden sein Maximum, nimmt unter

Digitized by Google

dem Einfluß des Tageslichtes allmählich ab, um von Eintritt der Dunkelheit an wieder zuzunehmen. Es gilt dies nicht bloß für die in konstanter Finsternis sich überverlängernden Stengel, sondern auch für die Blätter.

Viertes Kapitel.

Die Reizbewegungen.

§ 58. **Begriff der Reizbarkeit.** Als Reizbarkeit bezeichnet man die nur den lebenden Organismen eigenthümliche Art, auf äußere Einwirkungen zu reagiren; es ist die Art und Weise, wie die Pflanze mit der Außenwelt in Verkehr tritt. Die Reizbarkeit, als Eigenthümlichkeit des lebenden Organismus, wird durch das Protoplasma vermittelt; wir sehen bald direkt dasselbe durch eine äußere Einwirkung, durch einen Reiz, beeinflußt, so in den im § 59 zu erwähnenden Fällen; bald werden aber auch unter Mitwirkung anderer komplizirter Einrichtungen Bewegungen der Pflanzentheile veranlaßt, welche theils ohne bleibende Veränderung an ausgewachsenen Pflanzentheilen stattfinden, theils mit bleibenden Veränderungen verbunden sind, d. h. als eine Beeinflussung des Wachsthums auftreten. Die äußeren Einwirkungen, die Reize, sind Veränderungen in Richtung und Intensität der Beleuchtung, Änderungen in der Richtung, in welcher die Schwerkraft einwirkt, mechanische Berührungen oder Erschütterungen, ferner einseitige Erwärmung, einseitige Befeuchtung, die Strömungsrichtung des Wassers, sowie einseitige Einwirkung gewisser Stoffe. Es ist eine charakteristische Eigenthümlichkeit der Reizbewegungen, daß verhältnismäßig schwache Reize, z. B. geringe Berührung, den Anstoß geben zu intensiven Bewegungen; auch ist die Wirkung des Reizes eine spezifische, d. h. bedingt durch die reizbare Struktur der Organe. Legt man z. B. einen wachsenden Stengel horizontal, so wird die Schwere zunächst vielleicht ein Herabsinken der Spitze bewirken, wie an jedem leblosen biegsamen Gegenstande; ein Reiz der Schwerkraft liegt aber darin, daß die wachsende Zone dieses Stengels eine bleibende Krümmung nach aufwärts annimmt; die spezifische reizbare Struktur zeigt sich darin, daß eine Wurzel, ebenso behandelt, eine Krümmung nach abwärts ausführt. Gewisse periodische Bewegungen vollziehen sich, ohne daß die äußeren Einwirkungen sich verändern; hier müssen wir eine innere Veränderung der Pflanzentheile annehmen. — Die Reizbewegungen erfolgen nur, wenn die Pflanze sich in normalem, reizbarem Zustande befindet; derselbe wird aufgehoben durch zu niedrige oder zu hohe Temperatur, durch längeren Aufenthalt im Dunkeln, durch Sauerstoffmangel.

§ 59. **Reizbarkeit protoplasmatischer Gebilde.** Am klarsten tritt die Reizbarkeit als Eigenschaft des Protoplasmas da hervor, wo dieses selbst durch den Reiz entweder zu einer Bewegung veranlaßt oder bezüglich der

Digitized by Google

Richtung seiner Bewegung beeinflußt wird. Letzteres ist der Fall bei den sich bewegenden Schwärmzellen der Algen und Pilze. Dieselben bewegen sich, wie bereits oben S. 38 erwähnt, unter Drehung um ihre Längsachse vorwärts. Die Reizbarkeit zeigt sich darin, daß viele dieser Schwärmzellen, sowohl chlorophyllhaltige als chlorophyllfreie, sich mit ihrer Längsachse in die Richtung des einfallenden Lichtes stellen und bei mäßig starker Beleuchtung sich gegen die Lichtquelle hin bewegen; bei sehr intensiver Beleuchtung schwimmen sie von der Lichtquelle hinweg.

Auf einer Bewegung des Protoplasmas beruht auch die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner und ähnlicher Gebilde bei wechselnder Beleuchtung. An den einschichtigen Blättern der Moose und an Prothallien läßt sich leicht beobachten, daß bei mäßig starker Beleuchtung die Chlorophyllkörner sich an den Außenwänden, welche vom Lichte in ihrer Fläche getroffen werden, in einfacher Schicht lagern, bei Verdunkelung sich an die Seitenwände zurückziehen, mittels deren die einzelnen Zellen aneinandergrenzen. Ähnlich verhalten sich die Chlorophyllkörner in den mehrschichtigen Blättern vieler höherer Pflanzen, im Thallus von Lemna (Fig. 87); hier entfernen sie sich bei Verdunkelung, aber auch bei intensiver Beleuchtung von den Außenwänden des Chlorophyllparenchyms. Darauf ist auch die schon früher gemachte Beobachtung zurückzuführen, daß viele Blätter bei intensiver Beleuchtung eine hellere Färbung annehmen.

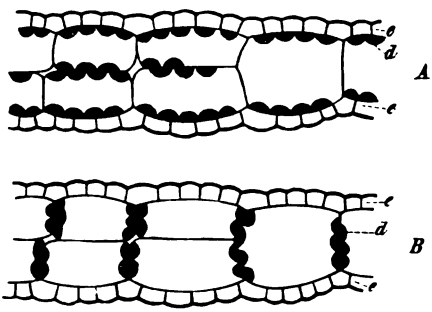


Fig. 87. Schematische Darstellung der Ortsveränderung der Chlorophyllkörner im Thallus von Lemna (in Querschnitten, vergr.); *e* Epidermis; *d* Chlorophyllkörner: *A* Stellung bei mäßiger Beleuchtung, *B* im Dunkeln und bei intensiver Beleuchtung (nach *Stahl*).

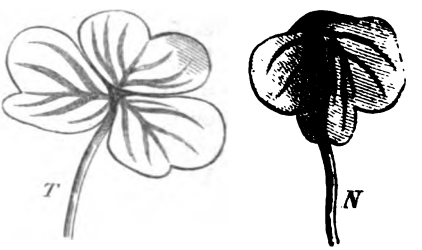


Fig. 88. Blatt von Oxalis in der Tag- (*T*) und Nachtstellung (*N*); in letzterer ist jedes der drei Blättchen an seiner Mittelrippe nach einwärts gebogen und zugleich abwärts gesenkt.

§ 60. **Die Schlafbewegungen der Laub- und Blumenblätter.** Ähnlich, wie die eben erwähnten Chlorophyllkörner je nach der Beleuchtung eine Licht- und eine Dunkelstellung annehmen, so finden wir auch an vielen Blüthen- und Laubblättern zwei verschiedene, mit dem Wechsel der Beleuchtung periodisch eintretende Stellungen; die Tagstellung, bei welcher die einzelnen Theile im allgemeinen ausgebreitet sind (Fig. 88 *T*), und eine Nachtstellung, welche durch ein Zusammenlegen oder Zusammenschließen der einzelnen Theile charakterisirt ist (Fig. 88 *N*). Während wir

Digitized by Google

aber die nächste Ursache für die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner direkt in einer Bewegung des reizbaren Protoplasmas finden können, sind hier weitgehende Komplikationen vorhanden, die noch nicht vollständig im Einzelnen erkannt sind.

Bei den periodisch beweglichen Blumenblättern (z. B. Tulpe, Crocus, Adonis u. a.) beruht die Bewegung auf ungleichseitigem Wachsthum, welches durch Änderungen der Temperatur und der Beleuchtung hervorgerufen wird; die sich streckende Zone dieser Blumenblätter liegt an deren Basis und es wird durch steigende Temperatur und Beleuchtung die innere Seite zu stärkerem Wachsthum veranlaßt: die Blüthe öffnet sich; hingegen bei Abnahme von Temperatur und Beleuchtung wächst die äußere Seite stärker: die Blüthe schließt sich. Mit diesen periodisch sich öffnenden und schließenden Blüthen ist die äußerlich ähnliche Erscheinung nicht zu verwechseln, daß die Blüthen mancher Pflanzen (z. B. von Convolvulus) am Morgen sich öffnen, aber bis zum Abend abblühen und dann sich schließen, um sich natürlich nie wieder zu öffnen.

Die periodisch beweglichen Laubblätter dagegen besitzen an der Basis der beweglichen Theile besondere Bewegungsorgane, welche äußerlich als Gelenke oder Polster erscheinen, und in welchen die Stellungsänderung durch eine Ausstoßung des Wassers auf einer Seite veranlaßt wird. Beispiele hierfür bieten z. B. der Sauerklee, Oxalis (Fig. 88), bei welchem die drei Theilblättchen in der Tagstellung flach ausgebreitet, in der Nachtstellung längs der Mittelrippe gefaltet und herabgeschlagen sind, die Blätter der gemeinen Akazie, Robinia, deren Fiederblättchen sich Nachts mit ihren Oberseiten gegeneinanderlegen, die Sinnpflanze Mimosa pudica, deren Fiederblättchen sich an den sekundären Blattstielen bei Dunkelheit ebenso aneinanderlegen, während die sekundären Blattstiele, sowie der gemeinsame Blattstiel sich senken, die Feuerbohne u. a.

§ 61. **Mechanische Reizbarkeit.** Die eben erwähnten Blätter der Mimosa zeigen die oben geschilderte Nachtstellung nicht nur als Folge von Verdunkelung, sondern auch nach mechanischer Erschütterung. Bei sehr reizbaren Exemplaren genügt die leise Berührung der kleinen Härchen, welche sich an den Fiederblättchen finden, um die Nachtstellung herbeizuführen. Dabei kann man leicht beobachten, wie der beispielsweise an den äußersten Blättchen stattgefundene Reiz sich nach rückwärts auf die übrigen Blättchen und die Gelenke der Rippen und des Stieles langsam fortpflanzt; es geschieht diese Fortpflanzung des Reizes durch die Fibrovasalstränge. Nach einiger Zeit kehren die Blätter wieder in die Tagstellung zurück. In ähnlicher Weise sind auch die Staubblätter mancher Pflanzen für Berührung reizbar, so jene von Berberis, welche sich nach innen hin krümmen, jene vieler Compositen, welche sich infolge der Berührung verkürzen und, da sie mit der Kronenröhre verwachsen sind, dadurch auch die übrigen derselben Blüthe erschüttern. —

Nur kurz erwähnt sei, daß manche periodisch bewegliche Blätter ihre Stellungsänderung auch unter konstanten äußeren Bedingungen ausführen;

Digitized by Google

so zeigt Mimosa den periodischen Wechsel zwischen Tag- und Nachtstellung auch dann noch, wenn sie in dauernde Dunkelheit verbracht wird; die Blättchen von Hedysarum gyrans, einer aus Ostindien stammenden Papilionacee, führen fortwährend kreisende Bewegungen aus, die sich schon innerhalb 2—5 Minuten wiederholen.

§ 62. **Die Bewegungen der Ranken- und Schlingpflanzen.** Während bei den Blättern von Mimosa und einigen Staubblättern durch mechanische Berührung oder Erschütterung eine Bewegung ausgewachsener Theile hervorgerufen wird, veranlaßt bei den Ranken und windenden Stengeln die Berührung mit der Stütze eine Änderung des Wachsthums und es erfolgen sonach bleibende Veränderungen.

Bei den Ranken (s. oben S. 26 u. 32) ist es nur eine Seite und zwar die Unterseite, welche, so lange die Ranke noch im Wachsthume begriffen ist, durch Berührung mit der Stütze gereizt und dadurch konkav wird. Da durch diese Krümmung immer wieder neue benachbarte Punkte der Unterseite mit der Stütze in Berührung kommen, so schreitet die Krümmung fort, bis der ganze freie Theil der Ranke sich um die Stütze gewunden hat. Der Reiz, der durch den Druck bewirkt wird, pflanzt sich auch auf das zwischen der Stütze und der Basis der Ranke liegende Stück derselben fort, welches sich korkzieherartig rollt und dadurch den Stengel näher an die Stütze heranzieht (s. S. 32 Fig. 24 *A*, *s*).

Die windenden Stengel (z. B. Hopfen, Bohne, Winde, s. S. 29 u. 32 Fig. 24 *B*) zeigen an ihrem fortwachsenden Theile, so lange dieser noch keine Stütze gefunden hat, Nutationen, wodurch die Spitze im Kreise herumgeführt wird und Torsionen, d. h. Drehungen um die Längsachse, eintreten. Stößt die bei der Nutationsbewegung vorangehende Seite des Sprosses auf eine Stütze, welche nicht zu dick ist, so wird durch den hier erfolgenden Reiz die Nutationsbewegung in der Weise verändert, daß der Gipfeltheil eine aufsteigende Schraubenlinie bildet, in deren Mitte sich die Stütze befindet; die Schraubenwindung wird alsdann steiler, enger und schmiegt sich der Stütze fest an. Die meisten Schlingpflanzen winden links, nur wenige, wie z. B. der Hopfen, winden rechts.

§ 63. **Geotropismus und Heliotropismus.** Oben § 59 und 60 haben wir einige Beispiele dafür kennen gelernt, daß ein Wechsel in der Intensität der Beleuchtung Reizbewegungen verursacht; bei den ebendort erwähnten Schwärmzellen war indeß auch schon die Richtung der Lichtstrahlen maßgebend. Ähnlich finden wir nun, daß die wachsenden Pflanzentheile allgemein empfindlich sind für die Richtung, in welcher sie von der Schwerkraft sowie den Lichtstrahlen getroffen werden. Eine Änderung in dieser Richtung wirkt als Reiz und ruft durch ungleichseitiges Wachsthum eine Krümmung hervor, welche, da ja auf Wachsthumsvorgängen beruhend, eine bleibende ist. Wir können in dieser Beziehung zweierlei verschiedene Arten von Pflanzentheilen unterscheiden, nämlich orthotrope, welche ihre Längsachse in die Richtung der Lichtstrahlen und des Erdradius zu

Digitized by Google

stellen suchen, und plagiotrope, deren Längsachse eine andere, unten näher zu besprechende Richtung einnimmt.

Zunächst seien die Wirkungen der Schwerkraft und des Lichts auf wachsende orthotrope Pflanzentheile genauer betrachtet. Daß die Schwerkraft das Wachsthum beeinflußt, ergiebt sich schon aus der einfachen Beobachtung, daß zahlreiche Stengel, die Bäume gerade aufwärts von der Erdoberfläche emporwachsen, und zwar an allen Punkten der Erdoberfläche in der Richtung des verlängert gedachten Erdradius; in derselben Weise wachsen die Hauptwurzeln gerade abwärts. Legt man einen wachsenden Stengel horizontal, so krümmt sich (Fig. 89 *s*) der von nun an wachsende Theil auf seiner Oberseite konkav, auf der Unterseite konvex, so daß das freie Ende aufwärts gerichtet wird und nachher senkrecht weiter wächst. In derselben Weise krümmt sich das wachsende Ende einer horizontal gelegten Wurzel abwärts (Fig. 89 *w*). Diese Krümmungen erfolgen stets in gleicher Weise, welche Seite des Stengels oder der Wurzel nach unten zu liegen kommen mag. Die Krümmung hat in beiden Fällen dann ihr Ende erreicht, wenn alle Seiten rings um die Längsachse in gleicher Weise von der Schwerkraft affizirt werden, und dies ist eben bei senkrechter Stellung der Fall. Diese Eigenschaft, in der besprochenen Weise auf die Schwerkraft zu reagiren, wird als Geotropismus bezeichnet, und zwar sind die Hauptwurzeln, welche der Schwerkraft folgen, positiv geotropisch, die aufrecht wachsenden Stengel negativ geotropisch. Läßt man in geeigneten Apparaten Keimpflanzen in einer horizontalen Ebene um einen Mittelpunkt rotiren, so folgt die Wurzel ebenso wie unter gewöhnlichen Umständen der Schwerkraft, so hier der Zentrifugalkraft, und wächst vom Mittelpunkt hinweg in Richtung des Radius nach außen, während der Stengel der Zentrifugalkraft entgegen, gegen den Mittelpunkt zu wächst. Daß die anziehende, richtende Kraft unter gewöhnlichen Umständen wirklich die Schwerkraft ist, geht nicht bloß aus der an allen Punkten der Erdoberfläche gleichmäßig mit dem Erdradius zusammenfallenden Richtung der betreffenden Pflanzentheile hervor, sondern wird noch durch den direkten Versuch bestätigt. In einem ganz langsam um horizontale Achse rotirenden Apparat nämlich sind die Pflanzen der Schwerkraft entzogen, da diese in jedem Moment in anderer Richtung wirkt und diese Wirkungen sich einander aufheben; in einem solchen Apparat nun wachsen Keimpflanzen, Wurzeln wie Stengel, nach allen beliebigen Richtungen.

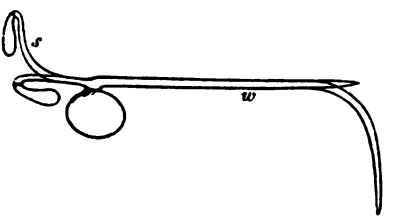


Fig. 89. Schwerkraftskrümmung einer horizontal gelegten Keimpflanze der Erbse. Die stärkere Kontour giebt deren ursprüngliche Lage an; der Stengel (*s*) hat sich während des Weiterwachsens aufwärts, die Wurzel (*w*) abwärts gekrümmt; die Spitze des Stengels zeigt eine von der Schwerkraft unabhängige Nutation.

In ähnlicher Weise suchen sich orthotrope Pflanzentheile in die Richtung der Lichtstrahlen zu stellen; einseitig beleuchtete Stengel z. B. von

Digitized by Google

Pflanzen, welche an einem Zimmerfenster stehen, krümmen sich innerhalb der wachsenden Region an der beleuchteten Seite konkav, an der gegenüberliegenden Seite konvex, und dieses ungleichseitige Wachsthum geht erst dann wieder in gleichseitiges über, wenn alle Seiten des Stengels in gleicher Weise vom Lichte getroffen werden, d. h. wenn die Längsachse mit der Beleuchtungsrichtung zusammenfällt. Man nennt diese Eigenschaft der Pflanzentheile positiven Heliotropismus; seltener findet sich negativer Heliotropismus, d. h. die Eigenschaft, in der Beleuchtungsrichtung von der Lichtquelle weg zu wachsen, wie bei manchen Wurzeln. Man glaubte früher den positiven Heliotropismus daraus erklären zu können, daß infolge der oben angegebenen retardirenden Wirkung des Lichtes einfach die Schattenseite des Stengels im Wachsthum überwiegt; es stimmen aber mit dieser Theorie verschiedene Thatsachen nicht überein, und man nimmt daher an, daß das Licht ebenso wie die Schwerkraft einen nicht näher bekannten Reiz ausübt und dadurch die Wachsthumsrichtung beeinflußt.

Für einen im Freien befindlichen, von keiner Seite beschatteten Stengel wirken nun der positive Heliotropismus und der negative Geotropismus in gleicher Weise dahin, daß der Stengel aufrecht emporwächst. Bei einseitiger Beleuchtung dagegen ist die Richtung, welche er annimmt, die Resultirende aus den beiden Richtungen, in welche ihn einerseits die Schwerkraft, andererseits die Beleuchtung zu stellen sucht, und es kommt hierbei wesentlich auf die Empfindlichkeit an, mit welcher die betreffende Pflanze auf die beiden richtenden Einflüsse reagirt. So kann es kommen, daß unter völlig gleichen Bedingungen, z. B. an einer Mauer, einem Waldrand, die Stengel der einen Pflanzen gerade aufrecht wachsen, weil sie für Licht weniger empfindlich sind, diejenigen anderer sich fast völlig in die Beleuchtungsrichtung stellen, weil bei ihnen der Heliotropismus den Geotropismus fast völlig überwiegt.

An den orthotropen Stengeln oder sonstigen Pflanzengliedern stehen aber Seitenglieder, als Zweige, Blätter, Seitenwurzeln u. dgl., welche, wie die einfachste Beobachtung lehrt, andere Wachsthumsrichtungen einschlagen; diese letzteren sind nicht orthotrop, sondern plagiotrop; ihre Achsen bilden stets Winkel sowohl mit der Beleuchtungsrichtung als mit der Lothlinie. Es braucht nun durchaus nicht angenommen zu werden, daß die Wirkung des Lichts und der Schwerkraft auf solche plagiotrope Pflanzentheile eine wesentlich andere wäre, als auf orthotrope; diese verschiedenen Stellungen erklären sich einfach daraus, daß außer den genannten äußeren richtenden Kräften noch innere Ursachen wirken, daß solche Theile aus inneren Ursachen ein ungleichseitiges Wachsthum besitzen, oder ihre verschiedenen Seiten für die äußeren Kräfte in verschiedenem Grade empfindlich sind. Es spricht sich diese Verschiedenheit häufig schon in ihrem Bau aus, indem hierher sämmtliche dorsiventrale Pflanzentheile gehören; aber auch radiäre oder im engeren Sinne bilateral gebaute Theile können auf verschiedenen Seiten verschieden auf die richtenden Faktoren reagiren. Es tritt der Zusammenhang mit dem dorsiventralen Bau deutlich

Digitized by Google

z. B. an den Blättern hervor, welche ihre Oberseite ungefähr rechtwinkelig zur Beleuchtungsrichtung zu stellen suchen; sie erreichen dies theils durch Drehungen und Krümmungen der Spreite, theils durch Drehungen der Stiele, ja selbst der Internodien. Ähnlich verhalten sich viele Lebermoose, Flechten u. a. Wenn auch die Mechanik der Vorgänge noch vielfach unklar ist, so steht doch soviel fest, daß alle Richtungen der Pflanzentheile die Resultirenden sind aus den Einflüssen des Lichts, der Schwere und den inneren Wachsthumsursachen.

§ 64. Als **Thermotropismus** bezeichnet man die Eigenschaft wachsender Pflanzentheile, in ihrer Wachsthumsrichtung durch einseitige Erwärmung beeinflußt zu werden; positiv thermotropisch, d. h. sich gegen die Wärmequelle zu krümmend, sind die Stengel der Maispflanze, negativ, d. h. sich hinwegkrümmend, die Keimstengel von Lepidium, die Fruchtträger von Phycomyces; die untersuchten Wurzeln von Mais, Erbsen und Linsen erwiesen sich bei hoher Temperatur negativ, bei niedriger positiv thermotropisch.

§ 65. **Hydrotropismus und Rheotropismus.** Das Wasser übt in zweifacher Weise einen Reiz auf wachsende Pflanzentheile und auf die Bewegung des Protoplasmas aus. Ist ein wachsender Pflanzentheil auf zwei entgegengesetzten Seiten einer ungleichen Feuchtigkeit ausgesetzt, so tritt der Hydrotropismus in die Erscheinung; positiv hydrotropisch sind die Wurzeln, die Wurzelhaare von Marchantia; indem sie sich auf der feuchteren Seite konkav krümmen, sich dem feuchten Substrat anschmiegen, die Plasmodien der Myxomyceten, indem sie den feuchteren Theilen des Substrates zuströmen; negativ hydrotropisch sind die Fruchtträger von Phycomyces und anderen Pilzen, indem sie sich auf der feuchteren Seite konvex krümmen, folglich sich senkrecht auf das feuchte Substrat stellen, die erwähnten Plasmodien dann, wenn sie sich zur Sporenbildung anschicken. Verschieden davon ist der Rheotropismus, der durch die Richtung der strömenden Flüssigkeit hervorgerufen wird. Die Plasmodien der Myxomyceten bewegen sich dem strömenden Wasser entgegen, die Wurzeln des Mais wachsen demselben entgegen, sind sonach positiv rheotropisch; hingegen sind die Hyphen von Mucorinen negativ rheotropisch, d. h. sie wachsen mit dem Wasserstrom gleichsinnig.

§ 66. **Chemische Reize** erfolgen durch ungleiche Vertheilung gewisser Stoffe in der Umgebung. So sammelt sich das Plasmodium von Myxomyceten da an, wo reichlichere Nährstoffe vorhanden sind, und zieht sich von schädlichen Substanzen zurück; die beweglichen Bakterien bewegen sich in der Richtung der reichlicher vorhandenen Nährstoffe, auch des reichlicher vorhandenen Sauerstoffes hin, werden jedoch bei zu hohem Konzentrationsgrade abgestoßen. Die Spermatozoiden der Farne und Moose werden durch bestimmte, nicht gerade zur Ernährung dienende Stoffe,

Digitized by Google

erstere durch Äpfelsäure, letztere durch Rohrzucker veranlaßt, sich in der Richtung dahin zu bewegen, wo diese in größerer Menge (aber nicht zu hoher Konzentration) vorhanden sind. Ähnliche Wirkungen können auch für andere Zellen, besonders von Parasiten, die an bestimmtes Substrat gebunden sind, vermuthet werden. Auch die durch gewisse, besonders stickstoffhaltige Stoffe veranlaßte Reizbewegung der Haare von Drosera und ähnliche Fälle schließen sich hier an.

Digitized by Google

Dritter Theil.

Die Fortpflanzung.

---

§ 67. **Allgemeines.** Unter Fortpflanzung im weitesten Sinne kann man die Bildung neuer Individuen verstehen. Diese vollzieht sich in einfacher Weise z. B. dadurch, daß manche Sprosse (besonders unterirdische Rhizome, kriechende Stengel u. s. w.) sich verzweigen und von rückwärts her fortwährend absterben und verwesen, so daß die einzelnen Zweige nun ebensoviele vollständig isolirte Pflanzen darstellen. Künstlich kann man auch von vielen Pflanzen einzelne Zweige, auch Blätter abschneiden, welche sich unter geeigneten Bedingungen bewurzeln und neue Pflanzen bilden. Einige Pflanzen haben die Fähigkeit, durch Abtrennung von Brutknospen (s. oben S. 31) sich zu vermehren. Alle diese noch viel mannigfaltigeren Vorgänge werden als vegetative Vermehrung zusammengefaßt und zeigen, wenigstens für die höheren Pflanzen (mit Ausnahme gewisser Thallophyten) das Gemeinsame, daß zur Erzeugung der neuen Individuen keine besonderen, von den Vegetationsorganen wesentlich verschiedenen Organe gebildet werden.

Die eigentliche Fortpflanzung im engeren Sinne jedoch, von welcher hier die Rede sein soll, geschieht durch besondere Organe, Fortpflanzungsorgane, welche ausschließlich diesem Zwecke dienen und in ihrem Bau, ihrer Entstehungsweise und in der Stellung, welche sie im Entwicklungsgang einer Pflanze einnehmen, von allen Vegetationsorganen so weit verschieden sind, daß wir sie in der obigen morphologischen Darstellung unberücksichtigt lassen mussten und hier ihren Bau im Zusammenhang mit ihrer Funktion und dem Entwicklungsgang der Pflanzen in einem besonderen Theil behandeln.

Diese eigentliche Fortpflanzung tritt auf als

1) ungeschlechtliche durch Sporen, d. h. einzelne Zellen, welche frei werden und ohne Mitwirkung anderer Pflanzentheile im stande sind, zu keimen und neue Pflanzen zu reproduziren.

2) Die zweite Form der Fortpflanzung, die geschlechtliche oder sexuelle, besteht darin, daß zwei Zellen gebildet werden, welche durch ihre Vereinigung erst ein entwicklungsfähiges Produkt liefern. Die Organe, in welchen diese Sexualzellen gebildet werden, heißen die Sexualorgane.

Digitized by Google

§ 68. **Die Befruchtung.** Diese Vereinigung zweier Zellen, deren jede für sich allein nicht entwicklungsfähig ist, zu einem entwicklungsfähigen Produkt kann allgemein als Befruchtung bezeichnet werden. Wie bereits oben S. 50 angegeben wurde, läßt sich in vielen Fällen zeigen, daß bei dieser Vereinigung die gleichwerthigen Theile der beiden Zellen miteinander verschmelzen. Die Befruchtungsvorgänge im Pflanzenreich sind je nach den Abtheilungen und Klassen ziemlich mannigfaltig, und wir werden im folgenden Theile wiederholt darauf zurückkommen müssen. Es sei daher hier nur in allgemeinen Zügen auf die verschiedenen Hauptformen, die wir unterscheiden können, aufmerksam gemacht.

1) Am klarsten ist der Befruchtungsvorgang da, wo zwei nackte Primordialzellen sich miteinander vereinigen, wie bei den meisten Algen, den Bryophyten und Pteridophyten.

a) Den einfachsten Fall finden wir in der sog. Conjugation oder Copulation, nämlich dann, wenn die beiden sich vereinigenden Zellen (Gameten) an Form und Größe nicht verschieden sind, somit eine Differenz ihres Geschlechtes nicht erkennbar ist. Vielfach sind diese Zellen in gleicher Weise aktiv beweglich, so bei den mit Bewegungsorganen versehenen Schwärmzellen vieler Thallophyten, welche sich außerhalb, oft in bedeutender Entfernung von ihrer Mutterpflanze copuliren (Planogameten, s. Fig. 95 *B*). In anderen Fällen tritt der Protoplasmakörper aus benachbarten Zellen aus und vereinigt sich sofort (Desmidiaceen, viele Diatomeen); endlich können auch die Wände derjenigen Zellen, in welchen die Geschlechtszellen entstehen, zuerst einen Kanal bilden, und die Vereinigung der Protoplasmakörper erfolgt dann in diesem Kanal, oder in einer der beiden Zellhöhlungen (Spirogyra, s. Fig. 48 S. 49); in letzterem Falle ist dann eine der beiden Zellen unbeweglich und wenigstens hierin, wenn auch durch sonst nichts, von der anderen verschieden. In all diesen verschiedenen Fällen ist die Vereinigung der gleichwerthigen Theile des Protoplasmakörpers evident; bei den Schwärmzellen vereinigen sich die beiderseitigen farblosen Vorderenden gewöhnlich zuerst, hernach das übrige Protoplasma; über Spirogyra s. S. 50 Fig. 48. Bei mehreren Algen copuliren nur die in verschiedenen Mutterzellen entstandenen Schwärmzellen miteinander.

b) Bei anderen Pflanzen (vielen Algen, sämmtlichen Bryophyten und Pteridophyten) ist außer der ungleichen Beweglichkeit auch eine erhebliche Verschiedenheit in Form und Größe der Geschlechtszellen vorhanden; wir unterscheiden dann eine weibliche Zelle, auch Eizelle oder Ei genannt, welche unbeweglich, vielmal größer als die männliche, und im allgemeinen von kugeliger oder eiförmiger Gestalt ist; andererseits sind die männlichen Zellen, die Spermatozoiden, aktiv beweglich, viel kleiner und von länglicher Gestalt, bisweilen stäbchenförmig, bei den Characeen, Bryophyten und Pteridophyten schraubenförmig gewunden. Die sehr bedeutende Größendifferenz zwischen Ei und Spermatozoid rechtfertigt den Ausdruck, daß letzterer in das Ei aufgenommen und dieses dadurch zur Weiterentwickelung befähigt, »befruchtet« wird. Es ist mehrfach sicher kon-

Digitized by Google

statirt, daß durch die Aufnahme eines einzigen Spermatozoiden die Befruchtung vollzogen wird, wenn auch die gelegentliche Aufnahme mehrerer, also eine Vereinigung mehrerer Zellen nicht unmöglich erscheint.

Die Organe, in welchen die Spermatozoiden gebildet werden, heißen allgemein Antheridien; die Eier entstehen einzeln (seltener zu mehreren) in einer Mutterzelle, welche entweder für sich allein das weibliche Organ vorstellt und dann Oogonium genannt wird (s. z. B. Fig. 96 *B*), oder in einem höher differenzirten weiblichen Organ, dem Archegonium, enthalten ist. Häufig wird ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle von der Eibildung ausgeschlossen. In der Regel erfolgt die Befruchtung innerhalb des weiblichen Organs; nur bei den Fucaceen wird die Eizelle aus dem Oogonium nach außen entleert und dort befruchtet.

2) Bei den Phanerogamen ist, wie später ausführlicher gezeigt werden soll, nur die weibliche Zelle eine nackte Primordialzelle; als männliche Zelle fungirt hier der aus dem Pollenkorn erwachsende, mit Membran versehene Pollenschlauch, dessen Protoplasma keine Spermatozoiden erzeugt, sondern durch die Membran zur Eizelle übertritt; bei den Angiospermen durchwandert dieses männliche Protoplasma erst noch eine oder zwei andere Zellen. Der Zellkern des Pollenschlauches wird vor dieser Übertragung aufgelöst, erscheint aber häufig nach derselben im Protoplasma der Eizelle wiederum, um mit deren Zellkern zu verschmelzen.

3) Bei den meisten Pilzen und den Rhodophyceen sind beide sich vereinigende Zellen mit Membran umgeben. Bei den Zygomyceten wird die Wand zwischen den beiden sich vereinigenden Zellen resorbirt und dadurch deren Inhalt vereinigt; da die beiden Zellen voneinander nicht verschieden sind, kann der Vorgang mit der Conjugation verglichen werden. In den übrigen genauer untersuchten Fällen kann jedoch eine offene Communikation nicht immer sicher nachgewiesen werden, und die weibliche Zelle, oft von Gestalt eines schraubig gewundenen Fadens, wird befruchtet entweder durch *Anlegen* eines männlichen Fadens (s. Fig. 109 *B*) oder einer isolirten, *passiv* beweglichen, mit Membran umgebenen Zelle, des Spermatiums (s. Fig. 101 *A*). Diese letzteren setzen sich an bestimmte vorgebildete, oft haarförmige Fortsätze (Trichogyne) der weiblichen Zelle an, und man sieht zuweilen als Folge der Befruchtung Veränderungen in deren Inhalt von der Ansatzstelle des Spermatiums aus nach rückwärts fortschreitend eintreten.

Wo die Trichogyne aus mehreren Zellen besteht (Fig. 107), muß also der befruchtende Stoff mehrere Zellenwände durchwandern. Besonders merkwürdig ist, daß bei verschiedenen Rhodophyceen die befruchtete Zelle sich erst noch mit einer anderen Zelle vereinigt, bevor sie sich zum eigentlichen Geschlechtsprodukt entwickelt.

§ 69. **Das Geschlechtsprodukt; der Generationswechsel.** Eizellen, welche im Momente der Befruchtung nackte Primordialzellen sind, zeigen als erste Folge derselben die Bildung einer Cellulosemembran (die abweichenden Vorgänge bei den Gymnospermen sollen später erwähnt werden); ebenso

Digitized by Google

auch die aus Vereinigung zweier gleicher Gameten hervorgegangenen Zellen. Entwickelt sich die befruchtete Eizelle sofort weiter, so heißt das Jugendstadium des daraus hervorgehenden Produktes Keim oder Embryo.

Wenn wir von einigen Fällen absehen, deren Vergleich mit der großen Mehrzahl einige Schwierigkeiten bietet, so können wir nach der Ausbildung des Geschlechtsproduktes folgende Reihe aufstellen:

1) Das Geschlechtsprodukt stellt eine einzelne, frei werdende, entwicklungsfähige Zelle vor, welche demnach als Spore zu bezeichnen ist und je nach ihrer Entstehung durch Conjugation oder aus einer differenten Eizelle Zygospore oder Oospore genannt wird. Dieselbe entwickelt sich entweder

a) zu nur einem einzigen neuen Individuum, so bei Spirogyra, Chara, Fucus.

b) durch Theilung während der Keimung zu mehreren neuen Individuen, so bei Volvox, Ulothrix, Coleochaete.

2) Das Geschlechtsprodukt entwickelt sich zu einer Sporenfrucht, Sporocarpium, d. h. einem mehrzelligen Körper, welcher von dem die Sexualorgane tragenden Pflanzenkörper verschieden ist und dessen Zellen entweder sämmtlich oder zum Theil zu Sporen werden; jede Spore vermag sich zu einem mit Sexualorganen versehenen Individuum zu entwickeln; dies ist der Fall bei den Rhodophyceen, Ascomyceten, Moosen. Bei letzteren ist die mit Sexualorganen versehene Pflanze ein flacher Thallus oder ein beblätterter Stamm; das Sporocarpium ist eine meist gestielte Kapsel, in deren Innerem die Sporen entstehen.

3) Das Geschlechtsprodukt wird zu einem gegliederten Pflanzenkörper, Sporophyt, welcher aber von der Geschlechtspflanze verschieden ist und an bestimmten Stellen Sporen erzeugt. Diese entwickeln sich wieder zu Geschlechtspflanzen. Ein derartiger Entwicklungsgang kommt den Pteridophyten zu; das Farnkraut z. B. ist der Sporophyt, auf dessen Blättern in kleinen Kapseln die Sporen entstehen; die Spore entwickelt sich bei der Keimung zu einem kleinen Thallus, welcher die Sexualorgane trägt, sonach die Geschlechtspflanze vorstellt; aus der befruchteten Eizelle geht wieder die Farnpflanze hervor. An diese schließen sich, wie später ausführlich gezeigt werden soll, die Phanerogamen an, bei welchen die Geschlechtspflanze nicht mehr als selbständige Pflanze abgetrennt wird.

In den unter 2) und 3) aufgeführten Fällen erfolgt sonach im vollständigen Entwicklungsgange einer Pflanze eine zweimalige Fortpflanzung, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche; der Entwicklungsgang einer Pflanze wird, mit anderen Worten, durch die geschlechtliche Fortpflanzung in zwei voneinander verschiedene Abschnitte, Generationen, zerlegt. Die erste oder geschlechtliche Generation wird dargestellt durch die sich geschlechtlich fortpflanzende Pflanze, z. B. bei den Moosen durch die Moospflanze, bei den Farnen durch den Thallus; die zweite oder ungeschlechtliche Generation ist wohl geschlechtlich entstanden, pflanzt sich aber ungeschlechtlich durch Sporen fort, z. B. die Mooskapsel, die Farnpflanze; sie besitzt stets einen anderen Bau, als die erste Generation. Diese beiden Ge-

Digitized by Google

nerationen stehen in dem Verhältnis der nothwendigen Aufeinanderfolge, und diese sich wiederholende Abwechslung wird als embryonaler Generationswechsel bezeichnet.

Von einem solchen kann streng genommen nicht mehr die Rede sein einerseits bei den Phanerogamen, deren Geschlechtsgeneration keine selbstständige Pflanze vorstellt, sondern in der Mutterpflanze eingeschlossen bleibt, andererseits bei den oben unter 1) aufgeführten Thallophyten, bei welchen die Eizelle nicht zu einer Mehrzahl von Sporen, sondern selbst direkt zur Spore wird, sonach eine besondere ungeschlechtliche Fortpflanzung nicht stattfindet.

Alle Sporen, welche als wesentliche Glieder dieses eben geschilderten Entwicklungsganges, des embryonalen Generationswechsels auftreten, werden als Carposporen bezeichnet und dadurch unterschieden von anderen Sporen, welche außerdem noch, besonders häufig bei den Thallophyten, auftreten und den Entwicklungsgang der einzelnen Pflanze erweitern. Diese letzteren heißen Gonidien, Brutzellen; sie leiten die Bildung neuer Individuen ein, ohne daß dadurch der embryonale Generationswechsel sich abspielt, in gewisser Beziehung ähnlich, wie dies auch durch die vegetative Vermehrung stattfindet. Auch hierbei kann ein Generationswechsel zu stande kommen, indem nach einer bestimmten oder unbestimmten Anzahl von Generationen, die nur durch Gonidien entstanden sind, eine Generation mit Sexualorganen auftritt und den embryonalen Generationswechsel einleitet. Für manche Fortpflanzungsorgane der Thallophyten ist es wegen unserer unvollständigen Kenntnis des Entwicklungsganges nicht mit Bestimmtheit anzugeben, ob sie als Carposporen oder als Gonidien zu bezeichnen sind; ihnen verbleibt vorläufig die allgemeine Benennung: Sporen.

§ 70. Vertheilung der Fortpflanzungsorgane nach Individuen und Lebensdauer. Pflanzen mit geschlechtlicher Fortpflanzung tragen die männlichen und weiblichen Sexualorgane entweder auf demselben Individuum vereinigt: monöcische (einhäusige) Pflanzen, oder auf verschiedene Individuen vertheilt: diöcische (zweihäusige); in letzterem Falle giebt es also männliche und weibliche Individuen*). Als Beispiele für monöcische Pflanzen seien genannt die Vaucherien, Saprolegnien, die meisten Moose und Pteridophyten, die meisten Nadelhölzer und Angiospermen; diöcisch hingegen sind z. B. in der Regel die Spirogyren, da die Conjugation normal zwischen Zellen verschiedener Fäden stattfindet, manche Moose, wie Marchantia, Arten von Fissidens u. a., die Geschlechtsgeneration der heterosporen Pteridophyten, von Coniferen Taxus, von Angiospermen die Weiden, Spargel, Hanf u. a. Bei monöcischen Pflanzen kommt es nicht selten vor, daß trotz der Anwesenheit beider Geschlechter auf demselben Individuum doch eine wirksame Befruchtung nur dann erfolgt, wenn die sich vereinigenden Zellen von verschiedenen Individuen stammen, wie dies für viele

*) Der Kürze halber wendet man für männliche Pflanzen, Blüthen u. s. w. das Zeichen ♂, für weibliche das Zeichen ♀ an; ☿ bedeutet zwitterig.

Digitized by Google

Phanerogamen bekannt ist; eine Annäherung an dieses Verhältnis findet sich schon bei manchen Algen, wo nur die verschiedenen Mutterzellen entstammenden Schwärmzellen conjugiren (z. B. Acetabularia).

Bei denjenigen Pflanzen, deren ungeschlechtliche Generation eine mehr oder minder selbständige Entwickelung erfährt, sind deren Individuen natürlich geschlechtslos, neutral, so die Früchte der Moose, die Pflanzen der meisten Pteridophyten (daß bei einigen Gruppen dieser letzteren schon die Sporen verschiedenen Geschlechts sind, soll später ausführlich gezeigt werden); ebenso giebt es bei Thallophyten geschlechtslose, neutrale Individuen, welche sich nur durch Gonidien fortpflanzen. Hiermit darf nicht verwechselt werden, daß jüngere Individuen geschlechtlicher Pflanzen ebenfalls geschlechtslos erscheinen, weil die Sexualität sowie die Fähigkeit zur Fortpflanzung überhaupt sehr häufig erst in späterem Alter sich einstellt.

Es ist ferner von Wichtigkeit, ob eine Pflanze nur einmal Fortpflanzungsorgane, seien dies nun geschlechtliche oder ungeschlechtliche, erzeugt und hiermit ihr Leben abschließt, oder ob diese Bildung sich im Lebenslauf des Individuums öfter, im allgemeinen unbegrenzt, wiederholen kann. Man unterscheidet hiernach monokarpische und polykarpische Pflanzen. Monokarpisch sind z. B. die Conjugaten, Sphaeroplea, Coleochaete, bei welchen allen mit der Reife der Geschlechtsprodukte das Individuum abstirbt, die Mycelien der meisten Mucor-Arten, die Moosfrüchte, die Prothallien der meisten Pteridophyten, die Sporenpflanze von Salvinia, zahlreiche Phanerogamen, wie die Getreidearten, Digitalis, Agave. Polykarpisch dagegen sind z. B. Fucus, die ungeschlechtlichen Pflanzen von Penicillium, die perennirenden Mycelien von Uredineen, wie Gymnosporangium, die meisten Geschlechtspflanzen der Moose, die meisten Sporenpflanzen der Pteridophyten, zahlreiche Phanerogamen, so alle Bäume. Unter den höheren Pflanzen sind die polykarpischen sämmtlich mehrjährig, Stauden (♃) oder Holzpflanzen (♄); die monokarpischen höheren Pflanzen dagegen sind Kräuter, meist einjährig (☉), wenn sie in einer Vegetationsperiode ihren Lebenslauf vollenden, z. B. die Getreidearten, Tabak, oder zweijährig, biennes (☉☉), indem sie erst im zweiten Sommer Fortpflanzungsorgane tragen, seltener mehrjährig, z. B. Agave.

§ 71. **Parthenogenesis, Apogamie und Aposporie.** Von dem normalen Verlauf der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen bei einzelnen Pflanzen Abweichungen in der Art vor, daß dasselbe Produkt, welches normal durch den Sexualakt entstehen sollte, ohne einen solchen zu stande kommt. Parthenogenesis wird derjenige Fall genannt, daß die weiblichen Sexualorgane und die Eizelle in völlig normaler Weise gebildet werden, daß aber letztere, ohne mit einer männlichen Zelle in Berührung gekommen zu sein, sich dennoch weiter entwickelt. Ein unbestrittenes Beispiel solcher echter Parthenogenesis im Pflanzenreich bietet Chara crinita, welche Species überhaupt fast niemals männliche Organe entwickelt.

Wesentlich verschieden hiervon ist die Apogamie, nämlich die Erscheinung, daß die Sexualorgane nicht gebildet werden oder wenigstens

Digitized by Google

nicht funktioniren, sondern das Gebilde, welches normal Geschlechtsprodukt sein sollte, durch Sprossung aus der Mutterpflanze hervorgeht. So entsteht bei einigen Farnen (z. B. Pteris cretica) die beblätterte sporenbildende Pflanze, welche normal aus der befruchteten Eizelle der Geschlechtspflanze hervorgehen sollte, direkt durch Sprossung aus dem Gewebe der Geschlechtspflanze, so bei einigen Phanerogamen (z. B. Funkia, Coelebogyne) Embryonen anstatt aus einer Eizelle, durch Knospung aus dem den Embryosack umgebenden Gewebe. In weiterem Sinne kann man hierher alle Fälle rechnen, in denen eine Pflanze überhaupt keine oder nur höchst selten Sexualorgane entwickelt, sondern nur auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzt, so z. B. manche Moose, deren Früchte noch unbekannt sind, viele Pilze, manche Allium-Arten u. a.

Eine analoge Erscheinung ist die Aposporie, das Überspringen der ungeschlechtlichen Sporenbildung bei wenigen Farnen, deren Geschlechtspflanzen aus dem Gewebe des Sporophyten hervorgehen; bei Moosen kann dieses Verhalten künstlich hervorgerufen werden, indem Stücke von Fruchtstielen auf feuchtem Substrat wieder die Anfänge der Geschlechtspflanze aus sich hervorgehen lassen.

§ 72. **Hybridität.** Es ist im Vorigen stillschweigend als selbstverständlich vorausgesetzt worden, daß die sich vereinigenden Geschlechtszellen der nämlichen Pflanzenart angehören. Wenn nun auch eine Befruchtung zwischen Pflanzen aus verschiedenen größeren Gruppen des Systems unmöglich ist, so kommt es doch nicht gerade selten vor, daß Geschlechtszellen, von zwei nahe verwandten Arten abstammend, ein entwicklungsfähiges Produkt liefern. Doch wirken außer der Nähe der Verwandtschaft noch andere unbekannte Faktoren mit; während z. B. zwischen dem nahe verwandten Apfel- und Birnbaum eine Befruchtung nicht möglich ist, findet eine solche statt zwischen zahlreichen Arten der Gattungen Salix, Cirsium u. a., ohne daß die sich am leichtesten gegenseitig befruchtenden auch gerade die nächsten Verwandten wären. Auch zwischen Arten, welche verschiedenen Gattungen gehören, hat man Bastarde erzielt oder beobachtet (z. B. bei Orchideen, Gräsern). Das durch die Befruchtung zwischen verschiedenen Arten entstandene Produkt zeigt in seinen Eigenschaften eine Mischung der Eigenschaften seiner beiden Stammpflanzen und heißt Bastard oder hybrid. Man hat insbesondere bei zahlreichen Phanerogamen solche Bastarde künstlich erzeugt oder beobachtet, und dabei gefunden, daß in vielen Fällen die sexuelle Fähigkeit des Bastards geschwächt ist, insbesondere die männlichen Zellen, die Pollenkörner mangelhaft ausgebildet und nicht funktionsfähig sind; ähnlich sind auch die Sporen mancher ihren Eigenschaften nach für Bastarde zu haltenden Farne und Equiseten verkümmert; von anderen Kryptogamen hat man bei den Moosen Bastarde (Früchte) zu finden geglaubt, bei einer Alge (Fucus) wurde die Eizelle künstlich mit den Spermatozoiden einer verwandten Art befruchtet und entwickelte sich auch weiter.

Digitized by Google

Vierter Theil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung. Bei einer systematischen Eintheilung der Pflanzen kann man auf zweierlei Weise verfahren. Entweder will man nur die große Zahl der verschiedenen Pflanzenformen nach irgend einem Prinzip so eintheilen, daß überhaupt durchgreifende Ordnung entsteht, vermittelst deren man im stande ist, jeder Pflanze einen Platz anzuweisen und sie wiederzufinden. Derartige Systeme sind früher vielfach aufgestellt worden und führen den Namen künstliche Systeme. Es wird hierbei das Eintheilungsprinzip mehr oder weniger willkürlich im voraus bestimmt, ohne Rücksicht darauf, ob bei der so getroffenen Eintheilung auch immer die wirklich verwandten Pflanzenformen zusammenkommen, die weniger verwandten auseinandergehalten werden. Das bekannteste derartige System ist das sogenannte Sexualsystem von Linné, welcher die Pflanzen nach der Zahl und Verwachsungsweise der Sexualorgane eintheilte. Dieselben waren aber zu seiner Zeit nur für die Phanerogamen (die Samenpflanzen) bekannt; für die große Zahl der Kryptogamen, welche bei Linné gleichsam nur als Anhang erscheinen, läßt sich dieses Prinzip nicht durchführen.

Das natürliche System, für dessen Entwickelung gerade die genauere Kenntnis der Fortpflanzung der Kryptogamen von der höchsten Bedeutung war, hat die Aufgabe, die Pflanzen nach ihren inneren Verwandtschaften zusammen zu ordnen; da diese aber von der Natur ein für allemal gegeben sind, hängt die Aufstellung des natürlichen Systems nicht von der Wahl eines willkürlichen Eintheilungsprinzips ab, sondern ist bedingt durch den Stand unserer Kenntnisse dieser inneren Verwandtschaften. Dieselben sprechen sich vorwiegend in der Struktur und den sonstigen Eigenschaften der Fortpflanzungsorgane, sowie in den Beziehungen der Fortpflanzung zum Generationswechsel aus.

Dies gilt hauptsächlich für die Aufstellung der größeren Abtheilungen des Pflanzenreichs; innerhalb jeder einzelnen Abtheilung aber kann sich die Verwandtschaft bald in dieser, bald in jener Weise kenntlich machen, ohne daß man im stande wäre, allgemeine Regeln für die Feststellung näherer Verwandtschaften aufzustellen.

Digitized by Google

Da die Forschungen über diesen Gegenstand noch lange nicht abgeschlossen sind, so ist auch das natürliche System noch nicht vollkommen ausgebildet; die verschiedenen übersichtlichen Darstellungen, welche man als solche bezeichnet, sind daher nur mehr oder minder vollkommene Annäherungen an die Wahrheit. Somit kann auch das hier in folgendem zu Grunde gelegte System nicht als das einzig richtige betrachtet werden; es wurde nur deshalb gewählt, weil die hier gegebene Eintheilung dem gegenwärtigen Stand der Morphologie und Verwandtschaftslehre am besten zu entsprechen scheint.

Vorläufig mag folgende Übersicht die Hauptabtheilungen zur Anschauung bringen:

I. Gruppe. **Die Thallophyten.** *Pflanzen von sehr einfachem Bau, meist ohne Sonderung von Blatt und Stamm, ohne echte Wurzeln und Fibrovasalstränge.*

Abtheilung A. **Schizophyten.**
Klasse 1. Schizophyten.

Abtheilung B. **Algen.**
Klasse 2. Conjugaten.
- 3. Diatomeen.
- 4. Chlorophyceen.
- 5. Phaeophyceen.
- 6. Characeen.
- 7. Rhodophyceen.

Abtheilung C. **Myxomyceten.**
Klasse 8. Myxomyceten.

Abtheilung D. **Fungi.**
Klasse 9. Fungi (echte Pilze).

II. Gruppe. **Die Bryophyten (Muscineen).** *Aus der Spore entsteht die meist in Stamm und Blatt gegliederte, aber der Fibrovasalstränge und Wurzeln entbehrende Pflanze, welche die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird eine sporenbildende Kapsel.*
Klasse 10. Lebermoose (Hepaticae).
- 11. Laubmoose (Musci).

III. Gruppe. **Die Pteridophyten.** *Aus der Spore entsteht ein kleines Prothallium, welches die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird die in Stamm, Blatt, Wurzeln gegliederte Pflanze mit Fibrovasalsträngen, welche wieder Sporen erzeugt.*
Klasse 12. Filicinen.
- 13. Equisetinen.
- 14. Lycopodinen.

Digitized by Google

IV. Gruppe. **Die Gymnospermen.** *Die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze ist ebenfalls in Stamm, Blatt und Wurzeln gegliedert und besitzt Fibrovasalstränge; die aus den Sporen entstehenden Prothallien leben nicht selbständig, sondern auf der Mutterpflanze: erst der durch Befruchtung entstandene Embryo wird eingeschlossen im Samen abgeworfen.*

Klasse 15. Cycadeen.
- 16. Coniferen.
- 17. Gnetaceen.

V. Gruppe. **Die Angiospermen.** *Gliederung und Samenbildung wie bei vorigen; aber es werden keine Prothallien gebildet.*

Klasse 18. Monocotyledonen.
- 19. Dicotyledonen.

Hebt man die mehreren Gruppen gemeinsamen Merkmale den übrigen gegenüber hervor, so stehen den beiden letzten Gruppen, den Phanerogamen, als samentragenden Pflanzen, die drei übrigen Gruppen zusammen als sporenbildende oder Kryptogamen gegenüber. Die Thallophyten und Bryophyten erfahren ihre vegetative Gliederung in der geschlechtlichen Generation, während das Geschlechtsprodukt einer solchen entbehrt; sie können daher als Progamophyten bezeichnet und den Epigamophyten, d. h. den Pteridophyten und Phanerogamen gegenübergestellt werden, deren vegetative Gliederung am Geschlechtsprodukt erfolgt. Erstere sind zugleich »Zellenpflanzen«, d. h. sie entbehren der echten Gefäße, während letztere Gefäßpflanzen, d. h. meist mit Fibrovasalsträngen versehen sind. Den blattlosen Thallophyten stehen endlich die anderen als Cormophyten, d. h. in Stamm und Blatt gegliederte gegenüber. Berücksichtigt man noch die Übereinstimmung im Bau der weiblichen Sexualorgane, der Archegonien, bei den Gruppen II, III, IV, so kann man diese als Archegoniaten zusammenfassen. Diese Beziehungen werden durch folgende Übersicht deutlich hervortreten:

Progamophyten; Zellenpflanzen		1. Thallophyten		Kryptogamen
Epigamophyten; Gefäßpflanzen	Cormophyten	2. Bryophyten	Archegoniaten	Kryptogamen
		3. Pteridophyten	Archegoniaten	Kryptogamen
		4. Gymnospermen	Archegoniaten	Phanerogamen
		5. Angiospermen		Phanerogamen

Die oben angeführten Klassen sind von sehr ungleichem Umfang; während einzelne (wie z. B. die Equisetinen) nur wenige, zum Theil einander sehr nahe verwandte Formen enthalten, finden sich in anderen (z. B. bei den Dicotyledonen, den Pilzen) eine ungeheure Anzahl, viele Tausende verschiedener Formen: diese Ungleichheit liegt im Wesen des natürlichen

Digitized by Google

Systems begründet; denn einerseits ist es ja nicht nothwendig, daß innerhalb eines durch eine Klasse repräsentirten Bildungstypus sich eine große Mannigfaltigkeit entfalte; andererseits darf man mit Grund annehmen, daß die jetzt lebenden wenigen Repräsentanten mancher Klassen (so besonders z. B. der Lycopodinen) nur spärliche Überreste zum Theil untergegangener mannigfaltiger und massenhaft entwickelter Abtheilungen sind.

Diejenigen Klassen, welche eine hinreichende Zahl von Formen enthalten, werden noch in Unterabtheilungen eingetheilt, nämlich in Reihen (series), diese in Zünfte (tribus), diese in Ordnungen (ordines), diese in Familien (familiae) und je nach Bedürfnis diese Abtheilungen wieder in Unterordnungen (subordines) etc. Doch herrscht in der Anwendung dieser Namen auf die verschiedenen Unterabtheilungen große Willkür. Die beiden engsten systematischen Begriffe, die Gattung (genus) und die Art (species), dienen zugleich zur Bezeichnung des Namens jeder einzelnen Pflanze. Zu einer Art rechnet man alle diejenigen Individuen, welche untereinander so übereinstimmen, als ob sie die unmittelbaren Nachkommen eines Individuums wären. Geringe Verschiedenheiten innerhalb einer Art, welche aber doch bei der Fortpflanzung sich constant erhalten können, führen zur Unterscheidung von Varietäten. Mehrere Arten, welche untereinander so auffallend übereinstimmen, daß sie schon durch ihre Gesammterscheinung sich als nahe verwandt darstellen, werden zu einer Gattung zusammengefaßt. Die Umgrenzung der Gattungen ist dem entsprechend keine feste, sondern nach der Auffassung des Einzelnen veränderlich. Innerhalb größerer Gattungen werden die Arten wieder zu Untergattungen (subgenera oder Gattungssektionen) gruppirt.

Der wissenschaftliche Name jeder Pflanze besteht nach der durch Linné eingeführten Namengebung aus zwei Worten, deren erstes die Gattung, deren zweites die Art bezeichnet; so sind z. B. der gemeine Wegerich, Plantago maior, und der Spitzwegerich, Plantago lanceolata, zwei Arten der Gattung Plantago. Da oft dieselben Pflanzen, zumal in früheren Zeiten, von verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen und andererseits verschiedene Pflanzen mit dem gleichen Namen belegt worden sind, so ist es, um Verwechslung zu vermeiden, in wissenschaftlichen Werken nöthig, dem Namen der Pflanze noch den Namen desjenigen Botanikers, des Autors, und zwar die häufigeren in Abkürzung beizusetzen, der ihr diesen Namen gegeben hat. So bedeutet z. B. Plantago lanceolata L., daß Linné der Pflanze diesen Namen gegeben hat, und zugleich, daß wirklich die von Linné beschriebene Pflanze gemeint ist. Oder z. B. die Rothtanne, Fichte, heißt Abies excelsa DC. (De Candolle), während dieselbe Pflanze von Linné in die Gattung Pinus mit dem Namen Pinus Abies L. gestellt worden war; diese beiden Namen sind also gleichbedeutend, synonym; hingegen Pinus Abies Duroi ist eine andere Pflanze, die Edel- oder Weißtanne.

In welcher Weise jeder Pflanze ihr Platz im natürlichen Systeme angewiesen ist, zeigen folgende Beispiele von Plantago maior und vom Fliegenschwamm, *Amanita* muscaria.

Digitized by Google

1. Gruppe: Angiospermen.
Klasse: Dicotyledones.
Unterklasse: Sympetalae.
Zunft: Anisocarpeae.
Unterzunft: Hypogynae.
Ordnung: Labiatiflorae.
Familie: Plantagineae.
Gattung: Plantago.
Art: maior.

2. Gruppe: Thallophyten.
Klasse: Fungi.
Ordnung: Basidiomycetes.
Unterordnung: Hymenomycetes.
Familie: Agaricinae.
Gattung: Amanita.
Art: muscaria.

Erste Gruppe.

Die Thallophyten.

Die Gruppe der Thallophyten wird von den niedrigst organisirten Pflanzen gebildet, deren Vegetationskörper meist noch keine Gliederung in Stamm und Blatt erfahren hat, daher als Thallus zu bezeichnen ist, auch niemals echte Wurzeln oder Fibrovasalstränge besitzt. Die einfachsten Formen sind einzellig, d. h. sie bestehen zeitlebens aus einer einzigen Zelle; doch können mehrere solcher unter sich gleichwerthiger Zellen zu einer Kolonie verbunden sein und bilden, wenn die Theilung stets in der gleichen Richtung stattfindet, Fäden, an welchen ein Gegensatz von Basis und Scheitel nicht vorhanden ist. Hieran schließen sich unmittelbar Formen, deren mehrzelliger Vegetationskörper von Zellreihen, Zellflächen oder Zellkörpern gebildet wird. Den höchst entwickelten Formen der Algen kommen echte beblätterte Stämme zu.

Die Zellen der Thallophyten entbehren entweder jeder Differenzirung des Protoplasmas, oder enthalten Zellkerne, oder außer diesen noch Chromatophoren. Der Farbstoff der letzteren ist theils reines Chlorophyll, theils andere ähnliche Farbstoffe, so daß sie ledergelb, braun oder roth erscheinen; diese Farbstoffe sind meist innerhalb gewisser Verwandtschaftskreise konstant. Vielen Thallophyten fehlt das Chlorophyll vollständig und es sind diese daher nicht im stande, sich selbständig zu ernähren.

Geschlechtliche Fortpflanzung existirt bei den niedrigsten Formen überhaupt nicht, bei den übrigen finden wir sie in Form von Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; die Sexualorgane sind von verschiedener Gestalt und Ausbildung; doch fehlt ihnen durchgehends der

Digitized by Google

charakteristische Bau, den wir in der folgenden Gruppe kennen lernen werden. Das Geschlechtsprodukt ist entweder eine Spore, welche einer oder mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt, oder eine Sporenfrucht, d. h. eine Anzahl echter Sporen mit oder ohne Hülle. Außer der geschlechtlichen Fortpflanzung und der damit verbundenen Bildung echter Sporenfrüchte finden sich häufig noch Gonidien. — Wenn auch die Sexualorgane noch lange nicht für alle Formen nachgewiesen sind, dürfen wir doch deren Anwesenheit für viele Formen voraussetzen und werden hierzu durch die übrigen Verwandtschaftsbeziehungen der betreffenden Formen zu solchen mit zweifelloser Sexualität veranlaßt.

Als eine Eigenthümlichkeit dieser Gruppe, welche aber durchaus nicht allen Abtheilungen derselben zukommt, sind die Schwärmzellen (Zoosporen) namhaft zu machen, hautlose Primordialzellen, welche durch wiederholte Zweitheilung, freie Zellbildung oder Vollzellbildung entstehen, mit Bewegungsorganen, den Cilien, versehen sind und längere Zeit sich aktiv im Wasser umherbewegen. Es sind theils Gonidien, welche, zur Ruhe gekommen, sich mit Membran umgeben und zu neuen Pflanzen heranwachsen, theils aber auch bewegliche Sexualzellen (Gameten).

Man pflegte die Gruppe in zwei Klassen, die Algen und Pilze einzutheilen, und faßte in ersterer die chlorophyllhaltigen, meist im Wasser oder an feuchten Orten lebenden Formen zusammen, in letzterer die chlorophyllfreien. Berücksichtigt man aber zum Zwecke einer natürlichen Eintheilung der Gruppe sämmtliche Charaktere, so ergiebt sich, daß allerdings die bisherige Klasse der Pilze nach Ausscheidung einiger heterogener Formengruppen eine zusammengehörige Entwickelungsreihe vorstellt, daß aber die bisherige Klasse der Algen in eine größere Anzahl der Pilzreihe gleichwerthiger Reihen aufzulösen ist, welche als ebenso viele Klassen der höheren Einheit »Algen« unterzuordnen sind; wir erhalten dann folgende Übersicht, in welcher die wichtigsten Charaktere gegenübergestellt sind, viele Eigenthümlichkeiten aber nicht ausgedrückt werden können.

A. Schizophyta. Zellen meist ohne Zellkerne und Chromatophoren, Protoplasma farblos oder gefärbt. Pflanzen von einfachstem Bau, ohne geschlechtliche Fortpflanzung.

Klasse I. Schizophyta.

B. Algae. Zellen stets mit Zellkernen und Chromatophoren.

a) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Conjugation, keine Schwärmzellen.

Klasse II. Conjugatae. Chloroplasten.

Klasse III. Diatomeae. Chromatophoren ledergelb.

b) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; meist mit Schwärmzellen.

Klasse IV. Chlorophyceae. Schwärmzellen multilateral; Chloroplasten.

Digitized by Google

Klasse V. Phaeophyceae. Schwärmzellen dorsiventral; statt der Chloroplasten braune oder olivengrüne Phaeoplasten.

c) Befruchtung einer weiblichen Zelle; keine Schwärmzellen; Vegetationskörper meist hoch differenzirt.

Klasse VI. Characeae. Geschlechtsprodukt eine Oospore, erzeugt nur eine neue Pflanze; Chloroplasten.

Klasse VII. Rhodophyceae. Sporenfrucht; statt der Chloroplasten meist rothe Rhodoplasten.

C. Myxomycetes. Vegetationskörper eine hautlose Protoplasmamasse mit zahlreichen Zellkernen, ohne Chromatophoren.

Klasse VIII. Myxomycetes.

D. Fungi. Vegetative Zellen mit Membran, Zellkernen, aber ohne Chromatophoren.

Klasse IX. Fungi. Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle, meist Sporenfrucht.

Die Klasse der Chlorophyceen ist als Hauptreihe zu betrachten, welche von sehr einfachen, vielleicht wirklich geschlechtslosen Formen ausgehend bis zu hoch entwickelten fortschreitet; an diese Reihe schließen sich, außer der folgenden Gruppe der Bryophyten, zunächst die Phaeophyceen, Characeen und Rhodophyceen an; ferner dürfen wir von ihnen auch die Reihe der Fungi ableiten; die Conjugaten und Diatomeen, sowie die Schizophyten dagegen sind niedrig organisirte Gruppen ohne Anschluß an höhere, während die Myxomyceten eine ganz isolirte Stellung einnehmen.

Abtheilung A.

Klasse I.

Schizophyta.

Pflanzen von einfachstem Bau, ohne sexuelle Fortpflanzung, ohne Schwärmzellenbildung; die Vermehrung geschieht ausschließlich durch Zelltheilung; nur für wenige Formen sind Sporen, d. h. Dauerzellen mit dickerer Membran, bekannt. Die meist sehr kleinen Zellen enthalten mit Ausnahme einiger weniger Fälle weder Zellkern noch Chromatophoren, sind farblos oder mit gleichmäßig gefärbtem Protoplasma versehen; sie sind zu Fäden, Flächen oder Zellkörpern vereinigt oder leben einzeln.

Digitized by Google

Ordnung 1. Cyanophyceae.

Mit blaugrünem Protoplasma.

Die Zelltheilung findet bei einigen Gattungen nach den drei Richtungen des Raumes statt, so bei Gloeocapsa (Fig. 90), bei welcher die einzelnen Zellen von den gallertig aufquellenden Membranen umhüllt bleiben, und bisweilen zu umfangreichen Kolonien vereinigt sind; diese letzteren erscheinen als schwärzliche oder dunkelblaugrüne Überzüge an Felsen, auf

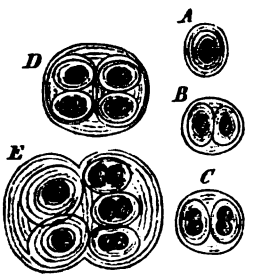


Fig. 90. Gloeocapsa (300) in verschiedenen Alterszuständen; durch wiederholte Theilungen wird *A* zu *B*, *C*, *D*, *E* (nach *Sachs*).

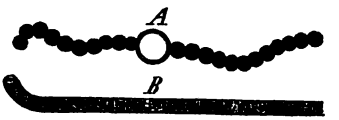


Fig. 91. *A* Ein Faden von Nostoc; *B* Ende eines Fadens von Oscillaria (300).

Moospflanzen. Seltener ist die Bildung von Zellflächen (Merismopoedia), häufiger dagegen die Bildung von Zellreihen, welche sich durch Quertheilung sämmtlicher Gliederzellen (mit Ausnahme der sich eigenartig ausbildenden Grenzzellen von Nostoc) vergrößern. Dies ist der Fall bei Oscillaria (Fig. 91 *B*), deren Fäden eigenthümlich kreisende Bewegungen ausführen; dieselbe findet sich häufig in stagnirenden Gewässern in Form schwimmender blaugrüner oder bräunlicher Rasen, welche einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten. — Bei Nostoc (Fig. 91 *A*), dessen Gliederzellen sich abrunden und dem Faden dadurch die Gestalt einer Perlenschnur verleihen, liegen die Fäden in eine Gallertmasse eingebettet, welche nach Regenwetter sich auf Wegen, sandigen Plätzen oft in großer Menge bemerkbar macht, im trockenen Zustande zu unscheinbaren schwärzlichen Klumpen zusammenschrumpft. Eigenthümlich ist das konstante Vorkommen von Nostoc in Höhlungen höherer Pflanzen (von Lebermoosen bei Blasia, Anthoceros, von Pteridophyten bei Azolla, von Phanerogamen bei Gunnera u. a.). — Ähnliche Formen, wie Cylindrospermum u. a., bilden einzelne Gliederzellen zu größeren, dickwandigen Sporen aus. — Ähnlich gehen bei den Rivularien, deren Fäden in polsterartigen Rasen auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen radienartig angeordnet sind, die untersten Gliederzellen in Dauerzustand über.

Ordnung 2. Schizomycetes, Spaltpilze.

Mit farblosem Protoplasma.

Winzig kleine Gebilde, an denen man kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, welche daher auch leicht mit ganz heterogenen Dingen ver-

Digitized by Google

wechselt werden können. Nur bei Sarcine, welche im Mageninhalt des Menschen vorkommt, findet Theilung nach den drei Richtungen des Raumes statt, bei allen übrigen nur in einer einzigen Richtung. Die einzelnen Zellen sind theils kugelig (Micrococcus, Fig. 92 *a*), theils stäbchenförmig (Bacterium, Fig. 92 *b*), bisweilen zu geraden (Bacillus, Fig. 92 *c*, Crenothrix u. a.) oder gewundenen (Spirillum, Fig. 92 *d*) Fäden aneinandergereiht. Die Bildung von Sporen, welche zumeist gegen schädliche Einwirkungen resistenter sind, geschieht bei den endosporen Formen (Bacillus und einige Spirillen) durch Neubildung im Inneren der Gliederzellen (Fig. 92 *c*); bei den arthrosporen werden einzelne Gliederzellen direkt zu Sporen oder es besteht überhaupt keine Verschiedenheit zwischen den vegetativen Gliederzellen und den Sporen.

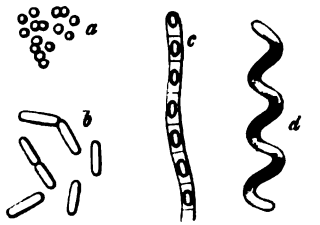


Fig. 92. Schizomyceten, etwa 600 mal vergr. *a* Micrococcus; *b* Bacterium; *c* Bacillus mit Sporen; *d* Spirillum.

Verschiedene Formen (z. B. Bacterium Termo) erregen durch ihren Vegetationsprozeß die Fäulnis organisirter Substanzen; einige erzeugen Farbstoffe (z. B. Micrococcus prodigiosus die rothe Farbe des sog. »blutenden Brodes«), andere erzeugen aus geeignetem Substrat bestimmte Zersetzungsprodukte, so erregt Micrococcus aceti die Essigsäuregährung, Micrococcus lacteus die Milchsäuregährung, Bacillus Amylobacter die Buttersäuregährung. Diesen sämmtlich saprophytischen Formen schließen sich noch Crenothrix u. a. an, welche in Form langer Fäden in Gewässern mit organischen Substanzen vorkommen.

Parasitisch treten Spaltpilze im Blute der Menschen und Thiere auf; am genauesten bekannt ist hiervon Bacillus Anthracis, welcher den Milzbrand erzeugt, seine Sporen aber nur bei saprophytischer Lebensweise bildet; die Lebensgeschichte der mit anderen Krankheiten, wie Tuberkeln, Typhus, Cholera, Diphtherie (wirklich oder muthmaßlich) ursächlich zusammenhängenden Spaltpilze ist noch nicht vollständig bekannt.

Abtheilung B.

Algae.

Die unter dem Namen Algen zusammengefaßten Thallophyten nach Ausschluß der früher ebenfalls hierher gerechneten chlorophyllhaltigen Schizophyten sind diesen gegenüber durch die Differenzirung des Protoplasmas, den übrigen Thallophyten gegenüber durch den Chlorophyllgehalt ausgezeichnet. Die Chromatophoren sind an Gestalt außerordentlich mannigfaltig und enthalten bald Chlorophyll, bald andere diesem ähnliche (braune, rothe u. a.) Farbstoffe. Die Algen stimmen auch in der Lebensweise untereinander überein, indem sie sämmtlich im Wasser oder an wenigstens zeitweise feuchten Orten vorkommen.

Digitized by Google

Klasse II.

Conjugatae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen, deren Zellen sich stets in der gleichen Richtung theilen, einzeln leben oder zu unverzweigten Fäden vereinigt sind, ohne Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation der ganzen Protoplasmakörper je zweier vegetativer Zellen zu einer Zygospore.

Ordnung 1. Zygnemaceae.

Zellen stets radiär, zylindrisch, zu Fäden vereinigt, welche sich in großen schwimmenden Rasen in vielen Gewässern finden und durch die schöne grüne oder gelbliche Färbung, sowie die Zartheit ihrer Fäden zu erkennen geben. Die Chloroplasten haben die Form von Spiralbändern, so bei Spirogyra (Fig. 92 a), Sternen (Zygnema, Fig. 93 *A*). Die Conjugation erfolgt in der Regel zwischen zwei Zellen verschiedener Fäden; aus der Zygospore erwächst nach längerer Ruhe nur eine neue Pflanze.

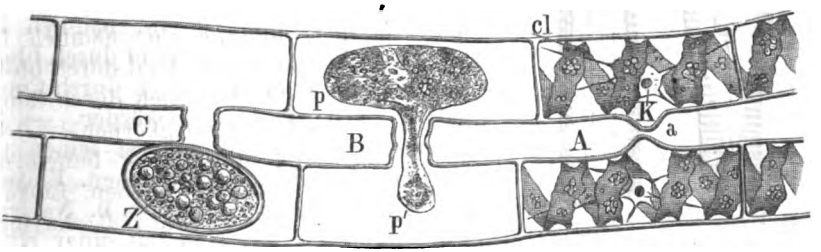


Fig. 92 a. Spirogyra (400). *A* vegetative Zellen, die Conjugation vorbereitend; *cl* Chloroplast, *B* Conjugation; *C* Zygospore.

Ordnung 2. Mesocarpeae.

Das Copulationsprodukt wird nur theilweise zur Zygospore, indem peripherische Zellen davon abgetrennt werden. — Mougeotia mit plattenförmigen Chloroplasten.

Ordnung 3. Desmidiaceae.

Zellen meist bilateral oder dorsiventral, meist einzeln lebend, von mannigfaltiger, oft äußerst zierlicher Form, z. B. Closterium (Fig. 93 *B*), Cosmarium, Euastrum (Fig. 93 *C*) u. a. Die Conjugation findet meist außerhalb der Zellwände statt; aus der Zygospore erwachsen eine, zwei oder vier neue Pflanzen.

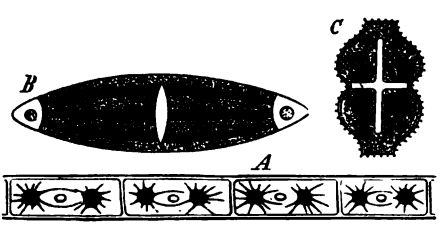


Fig. 93. *A* Stück eines Fadens von Zygnema; in jeder Zelle zwei sternförmige Chloroplasten, verbunden durch eine farblose Protoplasmabrücke, in welcher der Zellkern liegt. *B* Closterium, *C* Euastrum, zwei Desmidiaceen mit plattenförmigen Chloroplasten (300).

Digitized by Google

Klasse III.

Diatomeae.

Zellen mit ledergelben Chromatophoren, nur in einer Richtung theilungsfähig, meist bilateral, mit verkieselten Membranen, einzeln oder zu Fäden vereinigt; keine Schwärmzellen; Fortpflanzung durch Auxosporen, welche bei einigen durch Conjugation entstehen.

Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei Schalen, welche übereinandergreifen, wie der Deckel über eine Schachtel (Fig. 94 *a*). Die Theilung erfolgt der Länge nach zwischen den beiden Schalen, und die neu hinzuwachsenden Schalen der Tochterzellen werden am Rande von den Schalen der Mutterzelle umfaßt; es werden daher bei fortgesetzter Theilung die Individuen, wenigstens theilweise, immer kleiner. Sind so Individuen einer bestimmten Kleinheit entstanden, so tritt die Auxosporenbildung ein, nämlich Bildung sehr großer Zellen, bald durch bloßes Wachsthum, bald aber auch durch Conjugation zweier Protoplasmakörper. — Die Membranen sind mit äußerst feinen und zierlichen Verdickungen versehen. Einzelne frei lebende Formen, wie z. B. Navicula, Pinnularia, Fig. 94, sind mit einer eigenthümlichen, gleichsam kriechenden Ortsbewegung begabt: bei anderen (z. B. Melosira) sind die Zellen zu langen Fäden aneinander gereiht und grenzen dann natürlich mit den Schalenseiten, d. h. den der jedesmaligen Theilungswand parallelen Flächen, aneinander.

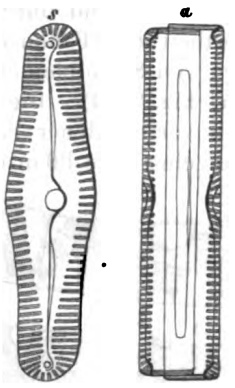


Fig. 94. Pinnularia, eine Diatomee (vergr. und schematisirt). *a* von der Gürtelseite; die beiden übereinandergreifenden Schalen sind sichtbar; *s* von der Schalenseite, d. h. von der Fläche der einen Schale.

Die Diatomeen finden sich sehr häufig und zahlreich in allen Gewässern, sowohl in süßen, als im Meere, bisweilen auch in feuchter Erde, zwischen Moosen. Die verkieselten Zellmembranen sind auch aus früheren Erdperioden erhalten geblieben und finden sich, Kieselguhr oder Infusorienerde genannt, stellenweise in großen Massen.

Klasse IV.

Chlorophyceae.

Meist chlorophyllgrüne Pflanzen von verschiedenem Bau. Die meisten bilden Schwärmzellen, welche an ihrem vorderen farblosen Ende zwei oder mehr Cilien tragen, seltener an ihrer ganzen Oberfläche mit kürzeren Cilien besetzt sind. Ihrer Bedeutung im Entwickelungsgang nach sind diese

Digitized by Google

Schwärmzellen theils Gonidien, theils Gameten; bei der gleichen Art sind sehr häufig erstere größer (Makrozoosporen) als letztere (Mikrozoosporen). Bei den höher entwickelten Formen findet die sexuelle Fortpflanzung nicht mehr durch Conjugation von Schwärmzellen statt, sondern die weiblichen Zellen sind unbeweglich und bilden sich einzeln, seltener zu mehreren, aus dem Protoplasma ihrer Mutterzellen, der Oogonien. Die männlichen Zellen, Spermatozoiden, den Mikrozoosporen der niedrigeren Formen mehr oder minder ähnlich gestaltet, entstehen zahlreich in den Antheridien. Das Geschlechtsprodukt ist meistens eine ruhende Spore, welche häufig bei der Keimung zunächst mehrere Schwärmzellen bildet und dadurch mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt; seltener tritt die Entwickelung zu einer neuen Pflanze sofort ein.

Nach der natürlichen Verwandtschaft theilen wir die Klasse in folgende vier Ordnungen ein, deren jede eine oder mehrere von niedrigeren zu höheren Formen fortschreitende Reihen enthält, sowohl bezüglich der Fortpflanzung als auch des vegetativen Baues.

Ordnung 1. Protococcoideae.

Die Zellen leben einzeln für sich oder sind zu Kolonien, fast niemals fadenförmig verbunden; Kolonien, in welchen die Anordnung der einzelnen Zellen nicht durch die Theilungsrichtung bestimmt wird, werden als Cönobien unterschieden. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Zweitheilung oder Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation von Schwärmzellen oder Befruchtung einer Eizelle.

Fam. 1. Pleurococcaceae. Die Zellen vermehren sich durch Zweitheilung, sind alle einander gleich.

Pleurococcus vulgaris findet sich regelmäßig in den grünen Überzügen an Baumrinden, feuchten Steinen.

Fam. 2. Hydrodictyeae. Bei der Gattung Hydrodictyum, Wassernetz, sind die langen zylindrischen, mit mehreren Zellkernen versehenen Zellen zu einem hohlen Netz (Cönobium) vereinigt; neue solche Netze entstehen dadurch, daß in den Zellen zahlreiche Schwärmzellen gebildet werden, welche im Innern ihrer Mutterzelle eine Zeit lang umherschwärmen und sich dann zu einem Netze ordnen, welches durch Auflösung der Wand der Mutterzelle frei wird. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Copulation von Mikrozoosporen; das Geschlechtsprodukt geht erst auf Umwegen wieder in die Bildung von Netzen über.

Fam. 3. Chlamydomonadeae. Die einkernigen Zellen leben für sich, sind mit je zwei Cilien versehen und aktiv beweglich. Die Mikrozoosporen copuliren meist.

Die Zellen von *Haematococcus lacustris* (= *Chlamydococcus pluvialis*) sind theilweise roth gefärbt und mit einer mantelartig abstehenden Zellhaut umgeben; sie leben stellenweise in Pfützen, schmelzendem Schnee, welche dadurch roth gefärbt erscheinen; Copulation kommt hier nicht vor, wohl aber bei der ähnlichen *Chlamydomonas*.

Digitized by Google

Fam. 4. Volvocineae. Zellen vom Bau der vorigen sind zu bestimmt geformten, sich bewegenden Kolonien verbunden.

Bei Pandorina vermehren sich die ungefähr kugeligen Kolonien (Fig. 95 *A*) dadurch, daß ihre Zellen sich wiederholt theilen und dadurch je einer neuen Kolonie, welche sich loslöst, den Ursprung geben. Fortpflanzung durch Copulation von Schwärmzellen (Fig. 95 *B*), welche ebenfalls durch Theilung der vegetativen Zellen entstehen.

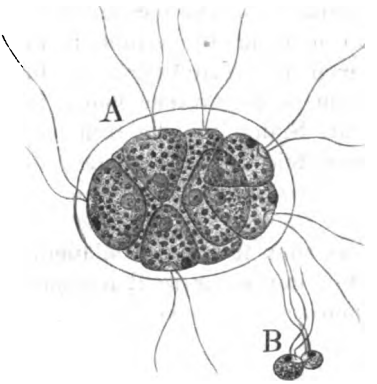


Fig. 95. Pandorina Morum (400 mal vergr.). *A* eine schwärmende Kolonie, *B* zwei Schwärmzellen, in Conjugation begriffen.

Bei Volvox stellt die Kolonie eine Hohlkugel vor; einzelne der in einfacher Schicht angeordneten Zellen werden zu Oogonien mit je einer großen Eizelle, andere zu Antheridien, indem sie sich in zahlreiche kleine Spermatozoiden theilen. Aus der keimenden Spore entstehen, wie bei voriger, mehrere neue Pflanzen.

Ordnung 2. Ulotrichinae.

Die Schwärmzellen werden durch (Vollzellbildung oder) wiederholte Zweitheilung gebildet: die vegetativen Zellen enthalten je einen Zellkern und sind meist zu Zellreihen oder auch Zellflächen verbunden, nicht aktiv beweglich.

Fam. 1. Ulvaceae. Die Zellen theilen sich nach zwei Richtungen und bilden eine zusammenhängende Fläche. Die Conjugation der Schwärmzellen ist noch nicht sicher festgestellt.

Ulva Lactuca und andere Arten sind große blattartige Formen im Meere, *Enteromorpha* von Gestalt eines hohlen Schlauches mit einschichtiger Wandung, auch im süßen Wasser.

Fam. 2. Ulotrichaceae. An der Basis festgewachsene Fäden; Conjugation der Schwärmzellen. Bei Ulothrix entstehen in den Gliederzellen entweder 1 bis 4 mit vier Wimpern versehene Makrozoosporen, oder 8 bis 32 kleinere, mit zwei Wimpern versehene Mikrozoosporen, aus deren Conjugation eine Spore hervorgeht; letztere entläßt bei der Keimung 2 bis 14 Schwärmzellen. Mikrozoosporen, welche in ihrer Mutterzelle zurückbleiben, können auch ohne Copulation zu neuen Fäden auswachsen.

Ulothrix zonata bildet dunkelgrüne Rasen in Bächen, Bassins.

Fam. 3. Oedogoniaceae. Unverzweigte oder verzweigte Fäden mit Oogonien und Antheridien. Die vegetativen Zellen sind durch eigenthümliche Kappen ausgezeichnet, deren Entstehung durch eine besondere Art der Membranbildung (queres Aufreißen der Membran und Streckung eines

Digitized by Google

Celluloserings) bei der Zweitheilung bedingt ist. Die Schwärmzellen entstehen einzeln in ihren Mutterzellen und tragen an ihrem vorderen Ende einen Kranz von Cilien (s. Fig. 47, S. 49). Einzelne Gliederzellen schwellen bedeutend an und werden zu Oogonien (Fig. 96 *A*, *B*, *og*), andere desselben oder verschiedener Fäden durch öfter wiederholte Theilung zu Antheridien (Fig. 96 *D*). Bei einigen Arten (so bei der in Fig. 96 *A* dargestellten) gehen hieraus nicht direkt die Spermatozoiden hervor, sondern kleine Schwärmzellen, welche sich außen am Oogonium festsetzen, zu einem wenigzelligen Faden, dem sog. Zwergmännchen (Fig. 96 *A*, *B*, *m*), auswachsen und nun erst die Spermatozoiden entlassen.

Oedogonium mit unverzweigten, und *Bulbochaete* mit verzweigten, an der Spitze in Haare endigenden Fäden, erstere mit zahlreichen, häufigeren Arten in fließenden und stehenden Gewässern.

Fam. 4. Coleochaetaceae. Verzweigte Fäden, welche, radial angeordnet, flache Scheiben oder halbkugelige Polster bilden; Oogonien und Antheridien. Erstere stehen an der Spitze der Äste, laufen in einen oben sich öffnenden Hals aus und umgeben sich nach der Befruchtung mit einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle. Die Oospore theilt sich bei der Keimung in mehrere Zellen, deren jede eine Schwärmzelle entläßt, und nähert sich hierdurch der Bildung einer Sporenfrucht.

Die einzige Gattung *Coleochaete* findet sich in wenigen Arten an untergetauchten Wasserpflanzen.

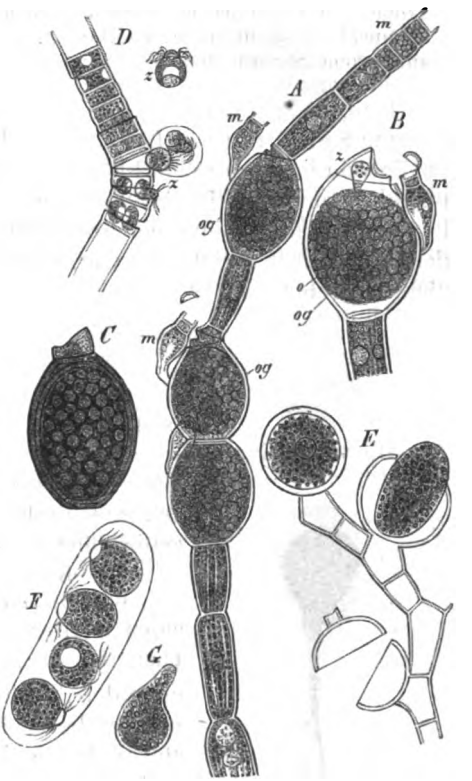


Fig. 96. *A* Oedogonium ciliatum (250); *og* befruchtete Oogonien; *m* die Zwergmännchen, welche ihre Spermatozoiden schon entlassen haben; sie sind erwachsen aus Schwärmzellen, die in den Zellen *m* am oberen Ende der Figur gebildet werden. *B* ein Oogonium derselben Pflanze im Augenblicke der Befruchtung; *og* Oogonium, *o* Eizelle, *m* Zwergmännchen, *z* Spermatozoid. *C* reife Oospore derselben Pflanze. *D* Oedogonium gemelliparum; die Spermatozoiden *z* treten aus ihren Mutterzellen aus. *E* Stück aus einer Pflanze von Bulbochaete. *F* die durch Theilung der Oospore von Bulbochaete entstandenen vier Schwärmzellen, deren jede zu einer neuen Pflanze auswächst (*G*) (nach *Sachs*).

Ordnung 3. Cladophorinae.

Die Schwärmzellen entstehen meist durch freie Zellbildung; die vegetativen Zellen sind meist mit zahlreichen kleinen Zellkernen versehen, sind zu Fäden vereinigt.

Digitized by Google

Fam. 1. Cladophoreae. Die Zellen sind zu einfachen oder verzweigten Fäden vereinigt; bei einigen ist Copulation der Mikrozoosporen beobachtet.

Cladophora mit verzweigten, rauh anzufühlenden Fäden, in zahlreichen Arten in stehenden und fließenden Gewässern; *Conferva* mit einfachen, frei schwimmenden Fäden. Bei *Chroolepus* enthalten die Zellen außer dem Chlorophyll noch rothgefärbte Tropfen; Ch. Jolithus mit Veilchengeruch auf kieselhaltigen Gesteinen; Ch. aureus an feuchten Steinen, Holz, häufig; Ch. umbrinus auf Baumrinden häufig, besonders auf Birkenrinde auffallend sichtbar.

Fam. 2. Sphaeropleaceae. Die frei schwimmenden Fäden der Gattung Sphaeroplea bestehen aus langen Zellen, in welchen der chlorophyllgrüne Inhalt durch farblose Vakuolen unterbrochen wird; bei der Fortpflanzung entstehen in einzelnen Gliederzellen zahlreiche kugelige Eizellen, in anderen sehr zahlreiche Spermatozoiden. Die Oosporen entlassen bei der Keimung zahlreiche Schwärmzellen, welche außerdem an der Pflanze nicht auftreten.

S. annulina stellenweise an überschwemmten Plätzen.

Ordnung 4. Siphoneae.

Die vegetativen Zellen enthalten zahlreiche kleine Zellkerne und theilen sich bei ihrem Wachsthume nicht; die Schwärmzellen entstehen durch freie Zellbildung oder Vollzellbildung.

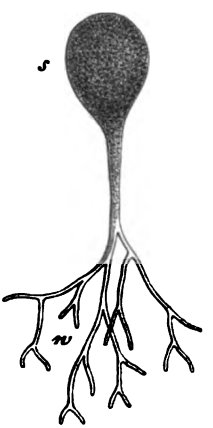


Fig. 97. Botrydium granulatum (6 mal vergr.); *s* der chlorophyllhaltige Theil, *w* die wurzelnden Äste der Zelle.

Bei Botrydium ist die vegetative Zelle in einen vorderen chlorophyllhaltigen blasenförmigen Theil (Fig. 97 *s*) und in eine farblose verzweigte Basis (Fig. 97 *w*) mit der Funktion der Bewurzelung gesondert. Außer der Bildung von Schwärmzellen und anderen besonderen Vermehrungsarten entstehen im vorderen Theile der Zelle sog. Sporen, welche nach längerer Ruhezeit Schwärmzellen entlassen; diese copuliren und das Copulationsprodukt kann sich sofort weiter entwickeln. — Ähnlich verhält sich die im Meere vorkommende Acetabularia. — Von anderen marinen Formen sei Caulerpa genannt, deren vegetative Zelle, ohne sich zu theilen, in einen kriechenden Stamm, aufrechte Blätter, die selbst wieder gefiedert sein können, und wurzelnde Auszweigungen differenzirt ist. —

Die Gattung Vaucheria, welche in mehreren Arten in Gewässern, auf feuchter Erde, in Form kräftiger sattgrüner Rasen vorkommt, weicht durch ihre Sexualorgane von allen anderen Siphoneen ab. Seitlich an den schlauchförmigen vegetativen Zellen (Fig. 98 *F*) stehen Oogonien (Fig. 98 *F, og*) und Antheridien (*h*) in verschiedener Anordnung. Aus der Oospore er-

Digitized by Google

wächst nach längerer Ruhe eine einzige neue Pflanze. Außerdem bilden manche Arten Schwärmzellen, welche in besonderen, an der Spitze der Schläuche abgegrenzten Zellen durch Vollzellbildung entstehen (Fig. 98 *A*),

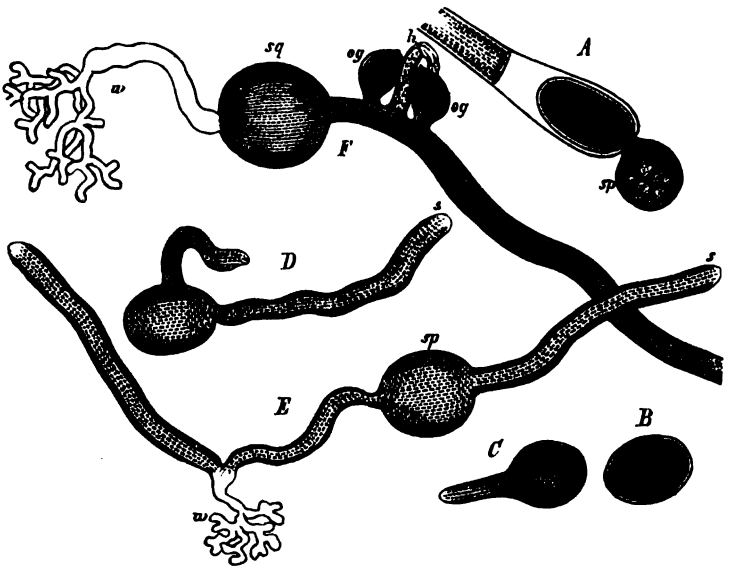


Fig. 98. Vaucheria sessilis (30). *A* eine austretende Schwärmzelle (*sp*); *B* eine zur Ruhe gekommene Schwärmzelle; *C* Beginn, *D* und *E* weitere Stadien der Keimung; *sp* die Spore, *s* der Scheitel des grünen Schlauches, *w* dessen wurzelartiger farbloser Theil; *F* Schlauch mit Sexualorganen; *og* Oogonium, *h* Antheridium, kurz nach der Befruchtung (nach *Sachs*).

und an ihrer ganzen Oberfläche mit zahlreichen dicht gestellten kurzen Cilien besetzt sind.

Klasse V.

Phaeophyceae.

Pflanzen mit braunen oder olivengrünen Chromatophoren, von einfacherem oder komplizirterem Bau; die Schwärmzellen und Spermatozoiden tragen zwei Cilien an der Seite; fast nur Meeresbewohner.

Die einfacheren Formen schließen sich in ihrem Bau an die Conferven der vorigen Klasse an; sie bilden in verschiedenen Behältern, Sporangien genannt, zweierlei Schwärmzellen; deren Copulation ist indeß noch nicht völlig aufgeklärt. Als Beispiel der größeren Formen sei Fucus genannt (Fig. 99), welcher in mehreren Arten an den atlantischen Küsten vorkommt. Das umfangreiche gallertige Gewebe ist stellenweise durch Luftblasen (Fig. 99 *b*) gelockert; an der Spitze besonderer Äste (Fig. 99 *f*) sitzen in Einsenkungen der Oberfläche die Oogonien und Antheridien; aus ersteren werden

Digitized by Google

die Eizellen nach außen entleert, dort von den Spermatozoiden befruchtet und wachsen alsdann sofort zu einer neuen Pflanze aus.

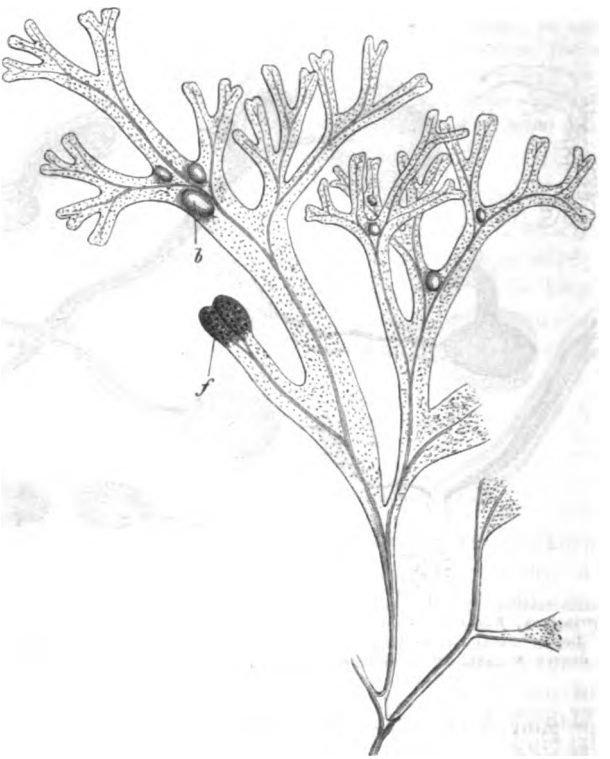


Fig. 99. Fucus vesiculosus etwa $^1/_2$ nat. Gr. *b* Luftblasen; *f* fruchtbarer Ast.

Ectocarpus, *Sphacelaria*, *Cladostephus* sind kleinere Formen; *Laminaria* mit gestieltem blattartig flachem Thallus; *Sargassum* mit Blättern und gestielten Schwimmblasen, oft massenweise im atlantischen Ozean schwimmend; *Macrocystis* u. a. sind die größten Repräsentanten.

Offizinell: *Laminaria*, die Stiele des Thallus von *Laminaria Cloustoni*.

Klasse VI.

Characeae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen mit quirlig gestellten Blättern, ohne Schwärmzellen, mit eigenartigen Sexualorganen.

Der Stengel besteht aus langgestreckten schlauchförmigen Internodienzellen (Fig. 100 *A*, *s*); von den dazwischenliegenden Knotenzellen entspringen im Quirl die Blätter (Fig. 100 *A*, *b*), welche aus einer bisweilen verzweigten

Digitized by Google

Reihe ähnlicher Zellen bestehen; die langgestreckten Zellen sind mit einem dichten Wandbeleg von Chlorophyllkörnern versehen; bei der Gattung Chara sind Stengel und Blätter noch von kleineren Rindenzellen bedeckt. In allen langen Zellen ist eine lebhafte Rotation des Protoplasmas wahrzunehmen.

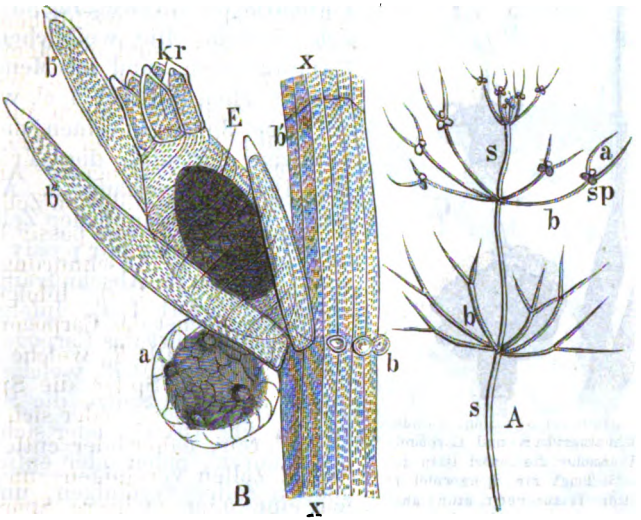


Fig. 100. *A* Oberer Theil eines Zweiges von Nitella flexilis (nat. Gr.), *ss* der Stengel, *b* die Blätter mit weiblichen (*sp*) und männlichen (*a*) Organen. *B* Stück eines fruchtbaren Blattes (*xx*) von Chara fragilis (50 mal vergr.) mit Blättchen (*b'*, *b''*), einem weiblichen Organ, das die Eizelle *E* enthält, dessen gedrehte Wandungszellen in das Krönchen *kr* endigen, und einem Antheridium *a* (nach *Sachs*).

Das weibliche Organ ist ein eiförmiger Körper (Fig. 100 *B*), dessen äußere Partie von schraubig gedrehten Zellen gebildet wird, welche die Eizelle (Fig. 100 *B*, *E*) umschließen. Diese wird durch die Befruchtung zur Oospore, welche stets in der Hülle eingeschlossen bleibt. Die Antheridien (Fig. 100 *A*, *a*) machen sich als rothe Kügelchen bemerklich, innerhalb dieser werden in reihenweise angeordneten Zellen die schraubig gewundenen Spermatozoiden erzeugt.

Chara in zahlreichen Arten in vielen Gewässern, mit Kalk inkrustirt, von unangenehmem Geruch; *Nitella* in kalkarmen Gewässern, seltener.

Klasse VII.

Rhodophyceae (Florideae).

Mit meist rothen oder violetten Chromatophoren, sehr verschiedenem vegetativen Bau. Weibliche Zellen mit Membran umgeben, meist mit Trichogyne; Spermatien ohne Cilien; Sporenfrucht; keine Schwärmzellen. Meist Meeresbewohner.

Digitized by Google

Der vegetative Bau ist außerordentlich mannigfaltig, von verzweigten Zellreihen bis zu blättertragenden Stengeln, die zum Theil Zellkörper sind, oder zu Zellflächen finden sich alle Übergänge; das Zellgewebe läßt sich stets auf ein System verzweigter Zellreihen zurückführen; bei zahlreichen Formen ist die Verzweigung außerordentlich zierlich. Die weiblichen Organe, Carpogonien, sind mit Membran versehene Zellen (Fig. 101 *A*, *o*), welche sich an ihrer Spitze in einen meist haarförmigen Fortsatz, die Trichogyne (Fig. 101 *A*, *t*) verlängern. An letztere setzen sich die männlichen Zellen, Spermatien an, welche nur passiv beweglich sind und durch Abschnürung gebildet werden (Fig. 101 *A*, *s*). Infolge der Befruchtung wächst das Carpogon zu Zellreihen aus (Fig. 101 *B*), welche entweder direkt an ihrer Spitze die Sporen erzeugen (Fig. 101 *C*), oder sich erst noch mit anderen, näher oder entfernter liegenden Zellen vereinigen, um schließlich eine oder mehrere Sporenfrüchte (Cystocarpien) zu bilden. Oft werden diese Sporenfrüchte von einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle umgeben. Außerdem finden sich noch ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche ebenfalls ohne Cilien, nur passiv beweglich sind, und häufig zu vieren aus einer Mutterzelle entstehen und dann Tetrasporen genannt werden.

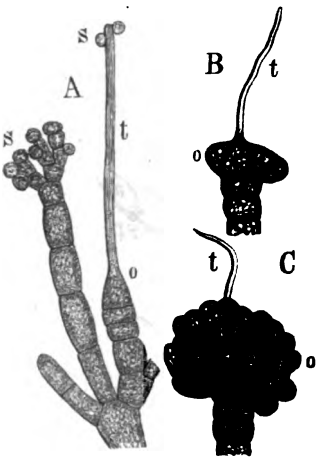


Fig. 101. Fortpflanzung von Nemalion. *A* Ende eines Astes mit Antheridium und Carpogonium; ersteres erzeugt die Spermatien *s*; letzteres *o* trägt die Trichogyne *t*, an welcher sich die Spermatien (*s*) zur Befruchtung ansetzen. *B* und *C* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien der Sporenfrucht (300).

Im süßen Wasser finden sich *Batrachospermum* von bräunlich violetter Farbe, *Lemanea*; in den europäischen Meeren sind *Ceramium* rubrum, *Callithamnion* corymbosum, *Chondrus* crispus, *Plocamium* coccineum, *Delesseria* Hypoglossum, *Polysiphonia*, *Corallina* rubens häufige Repräsentanten.

Von zweifelhafter Zugehörigkeit sind *Bangia* und *Porphyra*, erstere auch im süßen Wasser vorkommend, letztere aus einschichtiger Zellfläche bestehend, im Meere.

Offizinell: Carrageen, der Thallus von *Chondrus* crispus und *Gigartina* mamillosa.

Klasse VIII.

Myxomycetes, Schleimpilze.

Chlorophyllfreie Pflanzen, deren Vegetationskörper eine membranlose Protoplasmamasse ist; die Sporen entstehen im Inneren von Sporangien.

Die dieser Klasse angehörigen Organismen weichen in vielen Punkten von allen übrigen Pflanzen weit ab. Sie bilden während ihrer Vegetations-

Digitized by Google

zeit keine Zellen oder Gewebe, sondern kriechen als nackte Protoplasmamassen, Plasmodium genannt (Fig. 102 *A*), in oder auf dem Substrat, Lohe, Erde und Blättern des Waldbodens umher. Zugleich finden im Innern der Protoplasmamasse lebhafte Strömungen statt. Bei der Fruchtbildung verwandelt sich das ganze Plasmodium in Sporangien, nämlich meist kugelige Gebilde, welche den gleichnamigen Organen mancher Pilze, sowie den Fruchtkörpern der Staubpilze ähnlich sehen (Fig. 102 *B*). Bei einigen

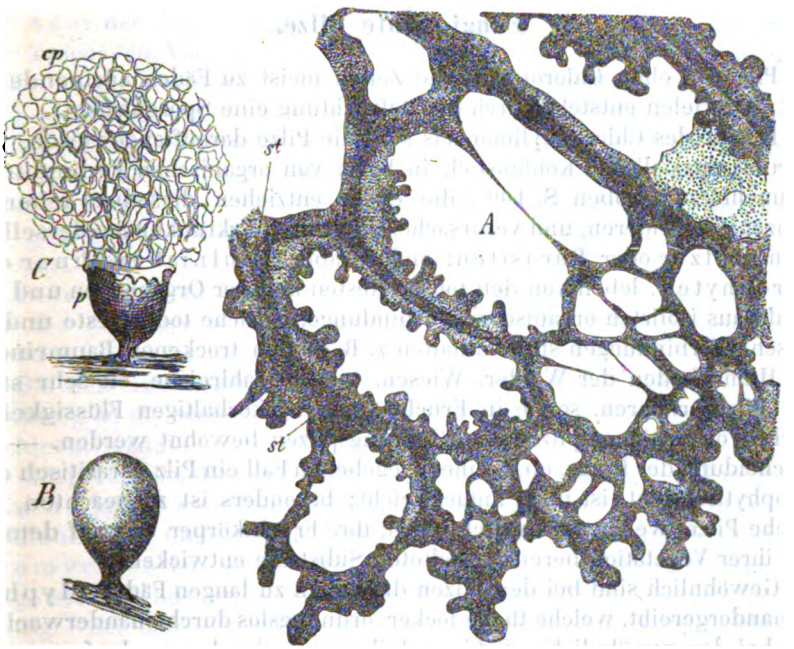


Fig. 102. *A* Stück eines Plasmodiums von Didymium leucopus (350); *B* ein noch geschlossenes Sporangium von Arcyria incarnata; *C* dasselbe nach Zerreißung der Wandung *p* und Ausdehnung des Capillitiums *cp* (20) (nach *Sachs*).

Formen sind zahlreiche Sporangien zu einem größeren Fruchtkörper, einem Aethalium, vereinigt. In deren Innerem werden die Sporen gebildet, bei einigen ausschließlich, bei anderen zwischen sterilen Fäden, dem Capillitium (Fig. 102 *C*, *cp*). Bei der Keimung entläßt jede Spore ihren Protoplasmakörper, welcher entweder amöbenartig umherkriecht, oder wie eine Schwärmzelle mit einer einzigen Cilie schwimmt. Durch Zusammentreten und Vereinigung zahlreicher solcher kleiner Protoplasmakörper kommen die großen Plasmodien zu stande.

Fuligo varians, die Lohblüthe, kriecht mit großen (viele Quadratcentimeter einnehmenden) gelben Plasmodien in der Gerberlohe umher und bildet schwefelgelbe, im Innern schwarzbraune Klumpen von Sporangien. — *Trichia* rubiformis, *Didymium* Serpula sind kleinere Formen, die in Wäldern nicht selten vorkommen; die Sporangien der ersteren erscheinen als braune eiförmige, etwa 2—3 mm lange Körperchen;

Digitized by Google

Lycogala auf faulem Holz. — *Plasmodiophora* Brassicae, deren Plasmodium im Innern der Kohlpflanzen lebt und deren Erkrankung verursacht, weicht von allen anderen durch Bildung freier Sporen ohne Sporangium ab.

Klasse IX.

Fungi, echte Pilze.

Pflanzen ohne Chlorophyll, die Zellen meist zu Fäden aneinandergereiht; bei vielen entsteht durch die Befruchtung eine Sporenfrucht.

Infolge des Chlorophyllmangels sind die Pilze darauf angewiesen, ihre Nahrung, speziell den Kohlenstoff, in Form von organischen Verbindungen aufzunehmen (s. oben S. 100); die einen entziehen dieselben lebenden Pflanzen oder Thieren, und verursachen hierdurch Erkrankungen derselben: Schmarotzer oder Parasiten; andere aber, Fäulnisbewohner oder Saprophyten, leben von den todten Resten anderer Organismen und von den daraus isolirten organischen Verbindungen; solche todte Reste und organische Verbindungen sind enthalten z. B. in den trockenen Baumrinden, dem Humusboden der Wälder, Wiesen, welche zahlreiche, oft sehr stattliche Pilze ernähren, sowie in Fruchtsäften, zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche von Schimmelpilzen und Gährungspilzen bewohnt werden. — Die Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Fall ein Pilz parasitisch oder saprophytisch lebt, ist nicht immer leicht; besonders ist zu beachten, daß manche Pilze, welche parasitisch leben, ihre Fruchtkörper erst auf dem infolge ihrer Vegetation bereits getödteten Substrate entwickeln.

Gewöhnlich sind bei den Pilzen die Zellen zu langen Fäden (Hyphen) aneinandergereiht, welche theils locker, ordnungslos durcheinanderwachsen (z. B. bei den gewöhnlichen Schimmelpilzen), theils aber auch, fester miteinander verbunden, umfangreiche Körper von bestimmter äußerer Form und innerer Ordnung der einzelnen Fäden bilden (so die großen Pilze); wo die Fäden sich dicht berühren, entsteht ein Gefüge, welches einem durch wiederholte Theilung entstandenen Gewebe ähnlich sieht, und Pseudoparenchym genannt wird (s. z. B. Fig. 109 *F*, *f*; Fig. 113 *o*, *u*). Nur bei verhältnismäßig wenigen Pilzen finden wir lange schlauchförmige, vielkernige Zellen, welche ein ausgedehntes Wachsthum zeigen, ohne sich zu theilen.

Der Vegetationskörper der Pilze wird als Mycelium bezeichnet; an diesem entstehen an gewissen Stellen die Fortpflanzungsorgane. Unter ungünstigen Verhältnissen kann das Mycelium lange Zeit fortvegetiren und üppige Ausdehnung gewinnen, ohne Fortpflanzungsorgane hervorzubringen; solche unfruchtbare Mycelien sind z. B. die weißen filzigen Überzüge in feuchten Kellern u. s. w. Bei manchen Pilzen bilden sich am Mycelium dichte knollenartige Körper, Sklerotien, welche sich mit Reservestoffen füllen und nach längerer Ruhe Fruchtträger entwickeln.

Digitized by Google

Vom Mycelium entspringen die Fruchtträger, d. h. Auszweigungen, welche die Fortpflanzungsorgane, die Sporen oder deren Mutterzellen tragen; es sind theils einfache Fruchthyphen, theils zusammengesetzte Fruchtkörper; in oder an letzteren bilden die Sporenmutterzellen häufig eine zusammenhängende Schicht, das Hymenium.

Die Sporen, und zwar sowohl Carposporen als Gonidien, bilden sich auf zweierlei Weise: entweder im Innern ihrer Mutterzellen durch freie Zellbildung (so in den Sporangien der Phycomyceten, den Schläuchen oder Asci der Ascomyceten) oder durch Abschnürung an der Spitze ihrer Träger, ein Vorgang, welcher bald von der gewöhnlichen Zweitheilung der Zellen gar nicht verschieden ist (z. B. in den Aecidien), bald aber auch durch eine starke Einschnürung nahe der Trennungsfläche ausgezeichnet ist; in letzterem Falle heißt die eingeschnürte, in ein Spitzchen vorgezogene Stelle Sterigma (s. z. B. Fig. 123 *C*); die sporenabschnürende Zelle heißt allgemein Basidie. — Bei einigen Pilzen sind die im Inneren von Sporangien gebildeten Gonidien Schwärmzellen, welche sich im Wasser fortbewegen.

Sexualorgane finden sich in je nach den Gruppen verschiedener Form; über die Rolle der sexuellen Fortpflanzung im Entwickelungsgang diene folgendes zur vorläufigen Orientirung.

Bei den einfacheren Pilzen, Phycomyceten, welche sich in mancher Beziehung an die Siphoneen unter den Chlorophyceen anschließen, ist das Geschlechtsprodukt eine einzelne Spore (je nach der Entstehungsweise Zygo- oder Oospore); daneben findet noch, oft viel häufiger, Gonidienbildung statt. Dadurch, daß hier vielfach die Spore, ohne ein Mycelium zu bilden, zur Gonidienbildung übergeht, schließen sich sehr nahe die Sporenfrüchte der Ascomyceten an, welche für mehrere Formen als Geschlechtsprodukt nachgewiesen sind; in diesen erfolgt die Sporenbildung durch freie Zellbildung. Bei den Uredineen, deren Sporenfrüchte vermuthlich Geschlechtsprodukte sind, tritt an deren Stelle Abschnürung. Außer diesem wesentlichen Entwickelungsgang kommen bei Ascomyceten und Uredineen noch Gonidienbildungen mannigfacher Art vor. Die genannten drei Gruppen, welche in nahen Beziehungen zu einander stehen, bilden die drei Hauptabtheilungen des Pilzsystems. Ihnen schließen sich solche an, welche sich in ihrem Entwickelungsgange weiter davon entfernen, und welche in dem hier befolgten System zum Theil als Anhang bei den drei Hauptgruppen aufgeführt werden.

Wir erhalten demnach folgende Übersicht des Pilzsystemes.

I. Phycomycetes. Mycelium meist von einer ungetheilten, oft verzweigten Zelle gebildet; Conjugation oder Oogonien mit Antheridien; Geschlechtsprodukt eine Spore.

1. Ordnung: Zygomycetes. Conjugation zweier Myceläste; meist Sporangien mit Sporen.
2. Ordnung: Entomophthoreae. Conjugation; Sporenbildung durch Abschnürung.

Digitized by Google

3. Ordnung: Saprolegnieae. Oogonien und Antheridien; Eizellen aus dem ganzen Protoplasma gebildet; Schwärmzellen häuten sich.

4. Ordnung: Peronosporeae. Oogonien und Antheridien; Eizelle im Periplasma; Schwärmzellen häuten sich nicht.

Anhang. 5. Ordnung: Chytridiaceae. Meist kein Mycelium; Sporangien mit schwärmenden Gonidien, diese nur mit einer Cilie.

6. Ordnung: Ustilagineae. Mycelium parasitisch; keine Schwärmzellen; aus den Sporen erwächst ein Promycelium mit Sporidien.

II. Ascomycetes. Mycelium aus echten Hyphen gebildet; Sporenfrucht (in einigen Fällen nachweislich Geschlechtsprodukt) mit Schläuchen.

7. Ordnung: Ascomycetes.

Anhang. 8. Ordnung: Exoasceae. Schläuche, wie bei vorigen, aber keine Sporenfrucht bildend; ohne Sexualorgane.

III. Basidiomycetes sensu ampl. Mycelium aus echten Hyphen gebildet; Sporenfrucht vorhanden oder fehlt; alle Sporen durch Abschnürung entstehend.

9. Ordnung: Uredineae. Fast stets mit Sporenfrucht; fast stets außerdem Gonidien, welche ein Promycelium mit Sporidien erzeugen.

10. Ordnung: Basidiomycetes. Ohne Sporenfrucht; Sporen entsprechen den Sporidien der vorigen.

a. Hymenomycetes. Hymenium an der Oberfläche.

b. Gastromycetes. Hymenium bis zur Sporenreife eingeschlossen.

Ordnung 1. Zygomycetes.

Die bekanntesten und wichtigsten sind die Arten der Gattung Mucor, besonders M. Mucedo, racemosus, stolonifer, welche als Schimmelpilze auf Fruchtsäften, Brod, Mist etc. leben. Das Mycelium ist vielfach verzweigt, besteht aber aus einer einzigen schlauchförmigen Zelle (Fig. 103 *m*); es lebt gewöhnlich im Innern des Substrates und treibt nach vollendeter Entwickelung die Gonidienträger an die Luft empor. Diese schwellen an ihrem oberen Ende kugelig an und bilden so das Sporangium (Fig. 103 *s*), welches durch eine gewölbte Querwand abgegrenzt wird (Fig. 103 *c*) und in seinem Innern zahlreiche Gonidien (Fig. 103 *sp*) bildet. Aus jeder Gonidie erwächst sofort nach dem Abfallen ein neues Mycelium, welches in derselben Weise wieder Fruchtträger, Sporangium und Gonidien entwickelt. Unter besonderen Umständen bildet das Mycelium Zygosporen (Fig. 103 *z*), indem zwei Zweige einander entgegenwachsen und an ihren sich berührenden Enden je eine Zelle durch eine Wand abscheiden; durch Verschmelzung, Conjugation dieser beiden entsteht die Zygospore, welche ihre Membran sehr stark verdickt und erst nach längerer Ruhe keimt. Dabei wächst meist aus

Digitized by Google

ihr ohne Mycelium unmittelbar ein Gonidienträger hervor, der dem aus dem Mycelium erwachsenen vollkommen gleich ist.

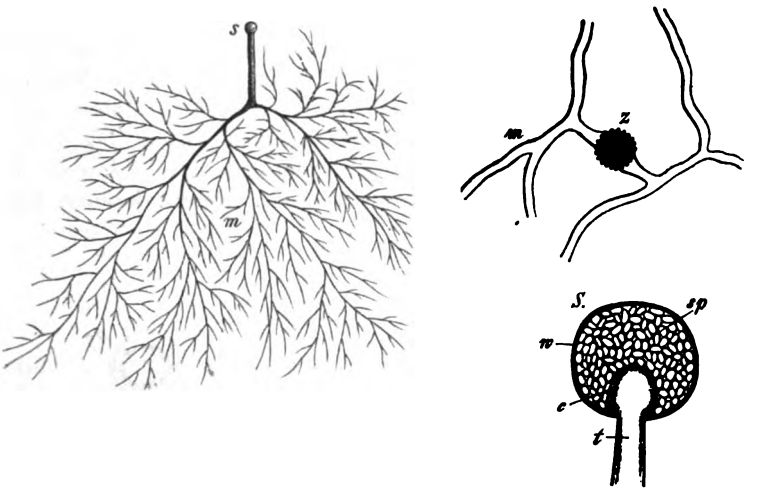


Fig. 103. Mucor Mucedo; *m* das aus einer Gonidie erwachsene Mycelium mit einem Sporangium *s*; *S* ein Sporangium, stärker vergrößert, *t* der Stiel, *c* die Querwand, *w* die Wandung, *sp* die Gonidien; *z* eine Zygospore.

Ordnung 2. Entomophthoreae.

Meist parasitisch in Insekten. Am bekanntesten ist Empusa Muscae, welche besonders im Herbste in der Stubenfliege auftritt. Die Gonidien werden abgeschnürt von Zellen, die aus dem Körper der Fliege nach außen hervorwachsen, und bilden meist einen weißen Hof um die Leiche. Sie entlassen nach einiger Zeit wiederum sekundäre Gonidien, welche anderen Fliegen gegen den Unterleib, die einzige zum Eindringen geeignete Stelle, geschleudert werden. Bei anderen Arten kennt man auch Zygosporen.

Ordnung 3. Saprolegnieae.

Wasserpilze, welche zumeist in strahligen Rasen auf Thierleichen (vielleicht auch parasitisch auf Fischen) oder untergetauchten Pflanzentheilen leben. Die in den Sporangien gebildeten Gonidien (s. oben Fig. 46) sind Schwärmzellen, welche sich einmal oder wiederholt häuten. An Stelle der Conjugation finden wir aber hier kugelige Zellen, Oogonien, aus deren gesammtem Protoplasma sich die Eizellen bilden; die Antheridien wachsen in Form von Schläuchen durch Löcher in die Oogonien hinein; doch ist es noch zweifelhaft, ob ein wirklicher Befruchtungsakt stattfindet. Die Oosporen keimen erst nach längerer Ruhe und erzeugen bald nur Sporangien, bald vollständige Mycelien mit Sporangien.

Digitized by Google

Ordnung 4. Peronosporeae.

Dieselben schmarotzen meist in anderen Pflanzen; das Mycelium der höher organisirten Gattungen durchzieht vorzugsweise in den Intercellularräumen deren Gewebe und nimmt mittelst besonderer als Saugorgane dienender Ausstülpungen aus den Zellen der Nährpflanze seine Nahrung auf. Die Sporangien ebenderselben entstehen auf besonderen Ästen, die meist aus den Spaltöffnungen der Nährpflanze hervorwachsen (Fig. 104), und werden alsbald abgeworfen. In Wassertropfen gelangt, bilden sie die alsbald frei werdenden schwärmenden Gonidien, welche keimen und den

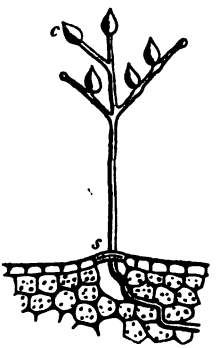


Fig. 104. Sporangienträger von Phytophthora infestans, aus einer Spaltöffnung (*s*) des Kartoffelblattes hervorwachsend; *c* die Sporangien (150).

Fig. 105. Oogonium (*Og*) mit Oospore (*sp*) und Antheridium (*a*) von Phytophthora omnivora (400).

Pilz auf andere Nährpflanzen übertragen. Bei einigen wird indeß die Schwärmzellenbildung übersprungen und das Sporangium selbst wächst zum Mycelium aus, wird selbst zur Gonidie. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung bildet sich nur aus einem Theile des im Oogonium vorhandenen Protoplasmas eine Eizelle; das Antheridium legt sich an das Oogonium an (Fig. 105) und treibt einen Fortsatz bis zur Eizelle, in welchem Protoplasma zu dieser übertritt. Die Keimung der so entstandenen Oospore erfolgt nach längerer Ruhe meist durch Bildung von schwärmenden Gonidien.

Die einfachste Form ist *Pythium*, dessen Gonidien, von einer Blase umhüllt, aus dem am Schlauche sitzenden Sporangium entleert werden; einige Arten leben in Algen, andere, wie P. de Baryanum, in Keimpflanzen, P. vexans saprophytisch in Kartoffeln. — Bei *Peronospora*, die in vielen Arten (P. parasitica auf Capsella, P. nivea auf Umbelliferen u. a.) vertreten ist, entsteht auf jedem Zweig des Fruchtträgers, der aus einer Spaltöffnung hervorwächst, nur ein Sporangium, welches abgeworfen wird. — Bei *Phytophthora* werden die Sporangien von den an ihrer Insertion entstehenden Seitenzweigen des Fruchtträgers zur Seite geschoben; hierher gehört P. infestans, welche die gefürchtete Krankheit der Kartoffelpflanze hervorruft. Das Gewebe der Nährpflanze wird an allen befallenen Stellen zerstört und färbt sich schwarz, während im Umkreise der Pilz weiter wächst und durch die Spaltöffnungen seine Sporangienträger entsendet (Fig. 104). Durch die sich aus den Sporangien entwickelnden schwärmenden Gonidien wird der Parasit auf andere gesunde Nährpflanzen übertragen; die Gonidien gelangen auch in den Erdboden und infiziren hier die Knollen, von welchen aus sich der Pilz im nächsten Jahre in die jungen Pflanzen verbreitet. Sexuelle Fortpflanzungs-

Digitized by Google

organe sind bei diesem Pilz noch nicht gefunden worden. *Phytophthora* omnivora befällt und zerstört die Keimpflanzen der Buche, sowie noch andere Pflanzen. Bei *Cystopus* (z. B. C. candidus auf Capsella u. a. Cruciferen, C. cubicus auf Compositen) bilden sich dicht nebeneinander Sporangienträger in großer Anzahl unter der Epidermis und sprengen diese; auf jedem Sporangienträger entsteht eine Reihe von Sporangien.

Ordnung 5. Chytridiaceae.

Einige bestehen nur aus einer kugeligen oder eiförmigen Zelle, welche zu einem Sporangium wird, indem ihr Protoplasma in viele schwärmende Gonidien zerfällt, welche nach dem Festsetzen wieder zu je einer kugeligen Zelle anwachsen; diese leben im Wasser als Saprophyten oder Parasiten von Wasserpflanzen. Bei der Gattung *Synchytrium*, welche Parasiten von Landpflanzen (z. B. Anemone, Taraxacum) enthält, zerfällt die Zelle zuerst in mehrere Sporangien.

Ordnung 6. Ustilagineae, Brandpilze.

Sämmtliche Glieder dieser Ordnung schmarotzen im Gewebe höherer Pflanzen. Ihre Sporen von dunkler, meist schwärzlicher Farbe entstehen aus den End- oder auch den Gliederzellen von Hyphen, welche sich in bestimmten Theilen, meistens Fortpflanzungsorganen der Nährpflanze reich verästeln und dichte Massen bilden.

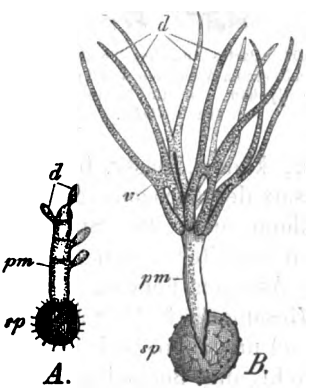


Fig. 106. Keimende Sporen. *A* von Ustilago receptaculorum, *B* von Tilletia Caries (460), *sp* die Spore, *pm* das Promycelium, *d* die Sporidien.

Bei der Keimung erwächst aus der Spore nicht direkt das Mycelium, sondern ein kurzer Keimschlauch, Promycelium genannt, welcher entweder an seiner Spitze (Fig. 106 *B*) oder aus seinen Gliederzellen Sporidien (Fig. 106 *A*, *d*) entwickelt. Diese vereinigen sich gewöhnlich paarweise mit einander, sei es vor (Fig. 106 *B*, *v*) oder nach ihrer Ablösung vom Promycelium. Darauf folgt das Auswachsen zum Myceliumfaden oder nochmalige (Secundär-) Sporidienbildung. — Wenige Arten besitzen außer diesem wesentlichen Entwickelungsgange noch Gonidien.

Viele Arten bewohnen unsere Getreidearten, deren Körner alsdann von den Sporenmassen erfüllt sind; die Sporen keimen mit den gesunden Körnern zugleich und das Mycelium durchwuchert die junge Pflanze bis zu den jungen Blüthen, wo wiederum die Sporenbildung erfolgt. Die wichtigsten und häufigsten Arten sind *Ustilago* segetum, Flug- oder Rußbrand, die besonders den Hafer, aber auch andere Getreidearten und Gräser befällt. U. Maidis, die am Mais große mit den Sporen erfüllte Geschwülste verursacht, *Urocystis* occulta, welche in den Blättern und Stengeln des Roggens fruktifizirt, *Tilletia* Caries, der Stinkbrand des Weizens, welcher um so gefährlicher ist, als die mit den Sporen erfüllten Körner geschlossen bleiben und daher mit den gesunden eingeerntet werden. Zahlreiche andere Arten und Gattungen bewohnen wildwachsende Kräuter.

Digitized by Google

Ordnung 7. Ascomycetes, Schlauchpilze.

Diese besitzen ein aus gegliederten Hyphen bestehendes Mycelium, auf welchem eine Sporenfrucht entsteht und zwar wenigstens in den typischen Fällen infolge einer Befruchtung. Die Sporenfrucht besteht wesentlich aus Schläuchen (Asci), d. h. Zellen von im allgemeinen keulenförmiger Gestalt (Fig. 108 *B*), deren Protoplasma sich durch freie Zellbildung in meist acht sich mit Membran umgebende Sporen sondert (s. Fig. 45 S. 48). Diese werden gewöhnlich aus den Schläuchen ausgespritzt, können vorher noch Theilungen erfahren und dadurch »zusammengesetzt« werden. In den typischen Fällen geht die Bildung der Sporenfrucht aus von einer großen, häufig schraubig gewundenen Zelle, dem Ascogon (Fig. 107 *a*, 109 *B*, *C*, *as*); dieses wird befruchtet entweder durch einen sich anlegenden männlichen Faden, das Pollinodium (Fig. 109 *B*, *C*, *p*), oder durch Spermatien, kleine, passiv bewegliche Zellen, welche sich an einen besonderen Fortsatz des Ascogons, die Trichogyne (Fig. 107 *t*), ansetzen, wie bei den Rhodophyceen. Die Spermatien entstehen durch Abschnürung in besonderen Behältern, den Spermogonien (s. z. B. unten Fig. 119). Der aus dem Ascogon hervorgehende wesentliche Bestandtheil der Sporenfrucht, die Gesammtheit der Schläuche, wird fast stets von einer Hülle (Fig. 109 *E*, *F*, *w*) umgeben, welche aus dem Mycelium in der Umgebung des Ascogons entsteht, das Befruchtungsprodukt ganz oder theilweise umschließt, auch einzelne Hyphen, die Paraphysen, zwischen die Schläuche hinein entsendet, und mit den Schläuchen zusammen den Fruchtkörper vorstellt; die Schläuche nebst den Paraphysen sind gewöhnlich zu einem Hymenium vereinigt. — Bei einer Anzahl von Formen ist es indeß nicht gelungen, die Entstehung der Schläuche aus dem Ascogon nachzuweisen; noch andere lassen überhaupt kein Ascogon erkennen; diese Vorkommnisse sind als Fälle von Apogamie (s. oben S. 122) aufzufassen.

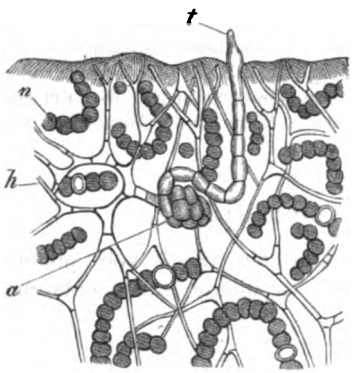


Fig. 107. Partie aus dem Thallus von Collema mit einem Ascogon *a* und Trichogyne *t*; *h* die Hyphen, *n* die Nostocfäden (350) (nach *Stahl*).

Außer diesem wesentlichen Entwickelungsgange, der Bildung von Carposporen in Schläuchen, kommen noch Gonidien vor, welche theils auf bestimmten Ästen des Mycelium (Fig. 109 *A*, *st*) einzeln oder reihenweise abgeschnürt werden, theils sich im Innern besonderer Behälter, der Pycniden, bilden. Sie fehlen manchen Gattungen vollständig, treten bei anderen häufiger, bei manchen ungleich viel häufiger als die Sporenfrüchte auf; solche Gonidien tragende Zustände von Ascomyceten sind viele unserer häufigsten Schimmelpilze.

Digitized by Google

Die Eintheilung der Ascomyceten ist eine vorläufige, da eine große Anzahl derselben, die sich durch besondere Lebensweise auszeichnen, früher als besondere Klasse, Flechten, betrachtet wurden; da zur Zeit die wirklich verwandten Formen für diese Flechten unter den übrigen Ascomyceten noch nicht festgestellt sind, so seien diese Flechten besonders behandelt und an den Schluß verwiesen.

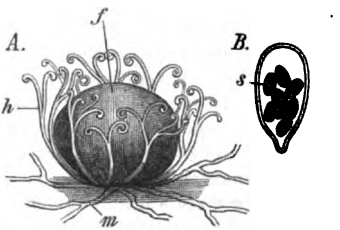


Fig. 108. Fruchtkörper von Uncinula bicornis. *A* von außen gesehen, schwach vergrößert; *m* Mycelium, *f* Fruchtkörper, *h* Hüllfäden. *B* ein Schlauch aus demselben mit den Sporen *s*, stärker vergr.

Man pflegt die Ascomyceten, abgesehen von den Flechten, in vier Abtheilungen zu bringen:

a) Erysipheen oder Mehlthaupilze. Der Fruchtkörper enthält kein Hymenium; die Schläuche sind anscheinend regellos nach allen Richtungen angeordnet, oft nur in geringer Anzahl vorhanden; der Fruchtkörper, dessen Hülle oft charakteristische fädige Anhängsel (Fig. 108 *A*, *h*) besitzt, öffnet sich durch unregelmäßiges Auf-

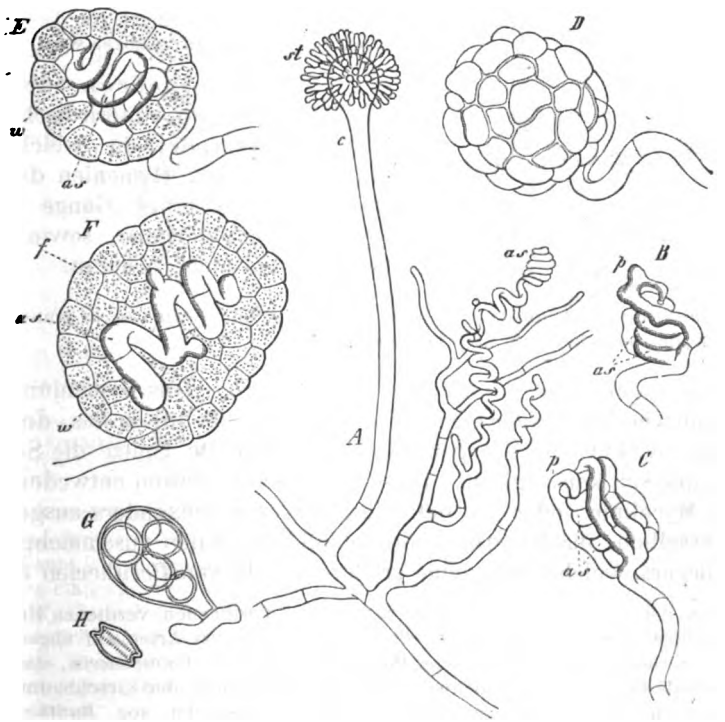


Fig. 109. Eurotium Aspergillus. *A* ein kleiner Theil des Myceliums mit dem Gonidienträger *C*, von dessen Sterigmen (*st*) die Sporen schon abgefallen sind, und einem jungen Ascogon *as*. *B* Ascogon *as* mit dem Pollinodium *p*. *C* ebenso mit beginnender Umwachsung durch die Hülle. *D* ein Fruchtkörper von außen gesehen. *E* und *F* im Durchschnitt, noch unreif; *w* die Wandung, *f* das Füllgewebe, *as* der aus dem Ascogon entstandene Faden, der später die Schläuche trägt. *G* ein Schlauch; *H* reife Spore (Alles vergrößert, nach *Sachs*).

Digitized by Google

reißen, oder gar nicht, so daß die Sporen durch Verwesung der Wand frei werden.

Die Arten der Gattung *Erysiphe* und verwandter Gattungen leben auf der Oberfläche zahlreicher Pflanzentheile, so den Blättern der Rose, des Hopfens u. v. a., und bilden hier einen zarten weißen Überzug, den Mehlthau. Die Myceliumfäden treiben nur kleine Ausstülpungen als Saugorgane. Die Fruchtkörper erscheinen dem bloßen Auge als schwärzliche Punkte. Die Gonidienform einer solchen Erysiphe, deren Fruchtkörper noch unbekannt ist, daher vorläufig noch *Oidium Tuckeri* benannt, bewohnt die Blätter und jungen Früchte des Weinstocks und verursacht so die bekannte Traubenkrankheit.

An diese Abtheilung schließen sich einige Schimmelpilze an, so zunächst *Eurotium* Aspergillus (Fig. 109), dessen Gonidien auf einer kugeligen, mit Sterigmen besetzten Anschwellung der Fruchthyphe reihenweise abgeschnürt werden. — Der gemeinste Schimmelpilz ist *Penicillium* glaucum, welches auf pinselförmig verzweigten Fruchthyphen Gonidienreihen trägt (Fig. 110). In diesem Zustande erscheint er als graugrüner Überzug auf seinem Substrat, feuchten Gegenständen, Flüssigkeiten aller Art. Die in neuerer Zeit gefundenen Fruchtkörper sind von Stecknadelkopfgröße und bestehen aus einem später sich auflösenden Gewebe der Hülle, welches in labyrinthischen Gängen von den schlauchtragenden Fäden durchzogen wird.

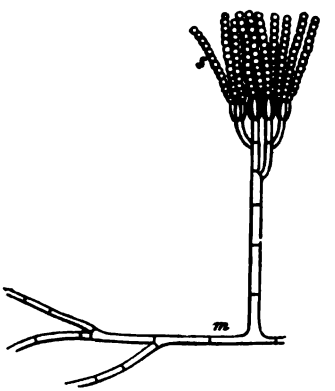


Fig. 110. Fruchthyphe von Penicillium glaucum; *s* die Gonidienreihen; *m* ein Fadenstück des Myceliums (150).

b) Die Tuberaceen oder Trüffelpilze besitzen unterirdische rundliche Fruchtkörper, in welchen die schlauchtragenden Hymenien die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleiden. Die Sexualorgane, sowie etwaige Gonidien sind nicht bekannt.

Tuber aestivum, brumale u. a. Arten eßbare Trüffel; *Elaphomyces* granulatus fast wallnußgroß, parasitisch an Kieferwurzeln.

c) Die Pyrenomyceten oder Kernpilze. Das Hymenium kleidet die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher Behälter aus, der Perithecien (Fig. 111 *C*, *cp*), gegen deren sich öffnende Spitze die Schläuche und Paraphysen konvergiren. Diese Perithecien stehen entweder einzeln auf dem Mycelium, oder es betheiligt sich ein besonders ausgebildeter Theil desselben, das Stroma, an der Bildung eines zusammengesetzten Fruchtkörpers, welcher dann eine größere Anzahl von Perithecien trägt.

Unter den einfachen (mit einzeln stehenden Perithecien) verdienen Erwähnung die Gattungen *Sphaeria* und *Sphaerella*, welche in vielen Arten auf abgestorbenen Blättern in Gestalt kleiner schwarzer Punkte vorkommen; *Calosphaeria*, deren lange und schmale Perithecien gruppenweise auf Holz und Rinde der Kirschbäume stehen, *Pleospora* und *Fumago*, deren Mycelien und Gonidien den sog. *Rußthau*, einen schwarzen Überzug auf verschiedenen Pflanzentheilen bilden.

Bei den zusammengesetzten (mit Stroma) bildet das Stroma bald ein Polster, welchem die Perithecien frei aufsitzen, so bei *Nectria*, wo es auch Gonidien trägt (N. cinnabarina mit rothen Perithecien und blaßrothen Gonidienstromata gemein auf ab-

Digitized by Google

gestorbenen Zweigen, N. ditissima verursacht die »Krebs«-Krankheit der Buchen und Äpfelbäume, N. Cucurbitula an jungen Fichten). Bald bildet es warzenförmige oder unregelmäßig begrenzte Krusten, die durch die Mündungen der eingesenkten Perithecien punktirt erscheinen; dahin gehört *Diatrype* disciformis mit schwarzen, erbsengroßen Warzen, sehr häufig auf todten Zweigen. Oder das Stroma entwickelt sich zu einem aufrechten, keulenförmig oder büschelförmig verzweigten Körper, so z. B. bei *Xylaria*, deren Stromata auf Baumstrünken sehr häufig vorkommen; im oberen Theile sind sie oft von Gonidien mehlig bestäubt. Hierher gehört auch *Claviceps* purpurea, welche das sog. Mutterkorn bildet. Das Mycelium dieses Pilzes überzieht den jungen Fruchtknoten des von diesem Pilze befallenen Roggens (oder anderer Gräser) und bildet Gonidien, welche, in eine schleimige Substanz eingebettet, den sog. Honigthau vorstellen und den Pilz sofort auf andere Graspflanzen übertragen können. Mit der Zeit durchdringt dieser Pilz das ganze Gewebe des Fruchtknotens

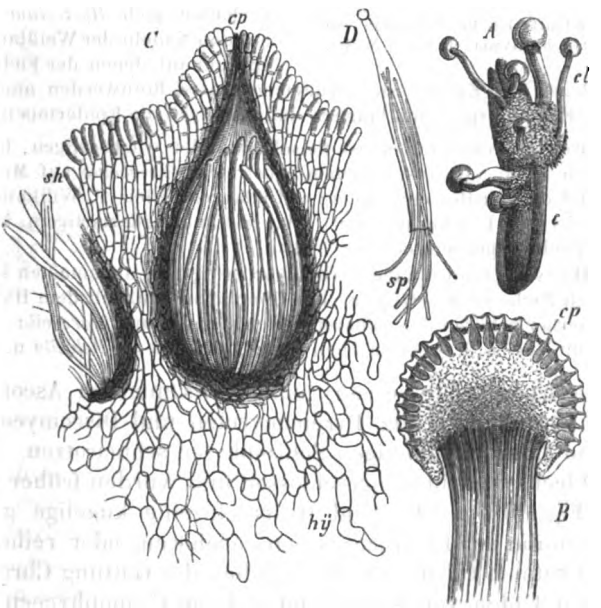


Fig. 111. Claviceps purpurea; *A* ein Sclerotium (*c*), welches Fruchtkörper (*cl*) bildet (zweimal vergr.). *B* ein solcher Fruchtkörper durchschnitten (vergr.); *cp* die Perithecien. *C* ein Perithecium noch stärker vergrößert; *D* ein Ascus zerrissen, die schmalen Sporen (*sp*) entlassend (nach *Sachs*).

und bildet nach dessen Zerstörung eine harte Gewebemasse von etwa 1—2 Centimeter Länge und dunkelvioletter Farbe, das Sclerotium, welches unter dem Namen Mutterkorn bekannt ist. Dieses Sclerotium entwickelt, auf Erde gebracht, im kommenden Frühjahre einige gestielten Köpfchen ähnliche Stromata (Fig. 111 *A*), auf deren Oberfläche die zahlreichen Perithecien eingesenkt sind (Fig. 111 *B*, *cp*). Die hierin entwickelten Schlauchsporen gelangen auf junge Roggenpflanzen und erzeugen dort, indem das Mycelium, durch die Blattscheiden eindringend, sich bis in die Blüthe verbreitet, wieder den sog. Honigthau. — Die Arten der Gattung *Cordyceps* bewohnen Insektenlarven.

Zu den Pyrenomyceten dürfte wohl auch *Dematophora* necatrix gehören, deren Mycelium in den Wurzeln des Weinstocks und anderer Pflanzen lebt; von Fortpflanzungsorganen kennt man bisher nur Gonidien.

Offizinell: Secale cornutum, das Sclerotium von Claviceps purpurea.

Digitized by Google

d) Die Discomyceten oder Scheibenpilze unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, daß das Hymenium auf der Oberfläche des meist scheiben- oder becherförmigen Fruchtkörpers, des Apotheciums, ausgebreitet ist (Fig. 112 *h*).

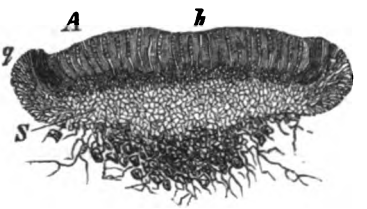


Fig. 112. Längsschnitt des Fruchtkörpers von Peziza convexula; h das Hymenium (nach *Sachs*).

1) Die Phacidiaceen leben auf verschiedenen Pflanzentheilen, denen die meist kleinen schwärzlichen Fruchtkörper ein- oder aufgewachsen sind. *Rhytisma* acerinum erscheint in Form rundlicher schwarzer Flecken auf Ahornblättern; das Mycelium lebt parasitisch; die Entwickelung der Fruchtkörper findet aber erst auf den abgefallenen Blättern statt; ähnlich verhalten sich *Hysterium* nervisequium auf den Nadeln der Weißtanne, H. macrosporum auf denen der Fichte und H. Pinastri auf denen der Kiefer; sie verursachen meist Rothwerden nnd Abfallen der Nadeln; die Fruchtkörper sind länglich und sprengen die Epidermis in zwei Lippen.

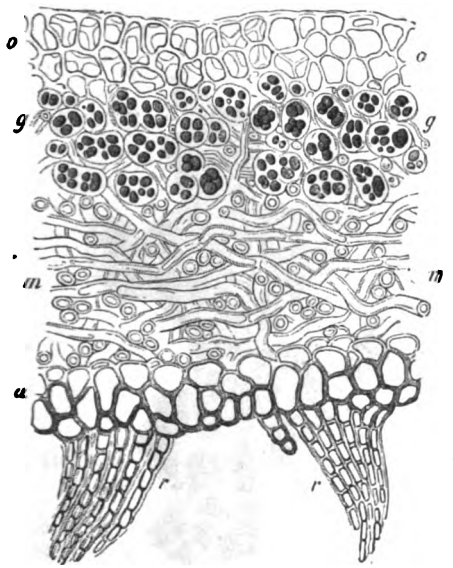
2) Die Pezizaceen mit meist fleischigen oder wachsartigen, becherförmigen Fruchtkörpern leben auf verschiedenen Substraten, *Ascobolus* auf Mist, viele Arten von *Peziza* auf dem Erdboden, andere auf Pflanzentheilen (P. Willkommi verursacht den sog. Krebs der Lärchenstämme), *Bulgaria* mit gallertartigem kreiselförmigen schwarzen Fruchtkörper auf todten Zweigen.

3) Die Helvellaceen haben Fruchtkörper von im allgemeinen keulenförmiger Gestalt, deren flache oder netzigrunzelige Oberfläche ganz mit dem Hymenium überzogen ist; hierher gehören die (eßbaren) Arten der Gattung *Morchella*, Morchel, mit kegelförmigem Hut, d. h. oberem Theil des Fruchtkörpers; *Helvella* u. a.

Die Flechten (Lichenes) sind fast sämmtlich Ascomyceten aus den beiden Abtheilungen der Pyrenomyceten und Discomyceten, welche auf Algen und chlorophyllhaltigen Schizophyten schmarotzen. Diese Algen sind in den Flechtenthallus eingeschlossen und wurden früher als Gonidien bezeichnet (Fig. 113 *g*.) Es sind theils einzelne kugelige grüne Zellen, welche der Familie der Pleurococcaceen angehören, oder reihenweise verbundene, mit rothem Inhalt versehene Zellen der Gattung Chroolepus, oder die blaugrünen Fäden von Nostoc und anderen Cyanophyceen. Dieselben sind entweder ordnungslos im ganzen Thallus der Flechte zerstreut; der Thallus heißt dann homöomerisch; oder in bestimmten Schichten zwischen dem Fadengeflechte angeordnet: heteromerischer Thallus (Fig. 113). Die Fortpflanzungsorgane gehören vollständig dem Pilz an und sind demgemäß in Schläuchen erzeugte Sporen; die Schläuche stehen bei den einen auf der Oberfläche schüsselförmiger Organe, der sog. Apothecien (Discomyceten), bei den anderen in Perithecien eingeschlossen (Pyrenomyceten). Auch Spermogonien finden sich wie bei anderen Ascomyceten und sind hier mit großer Wahrscheinlichkeit als männliche Organe nachgewiesen, in denen die Spermatien abgeschnürt werden. Letztere werden durch das zeitweise vorhandene Wasser zu den weiblichen Organen, den oben (S. 150) erwähnten Trichogynen, gebracht, aus denen dann sich der Fruchtkörper entwickelt. Außerdem vermehren sich die Flechten noch durch Soredien, nämlich Knäuel von Algenzellen, umsponnen von

Digitized by Google

Pilzfäden, die aus dem Thallus frei werden und wieder zu einem neuen Thallus auswachsen (Fig. 114). — In neuester Zeit wurden auch einige ebenso auf Cyanophyceen parasitirende Basidiomyceten aus den Tropen bekannt.



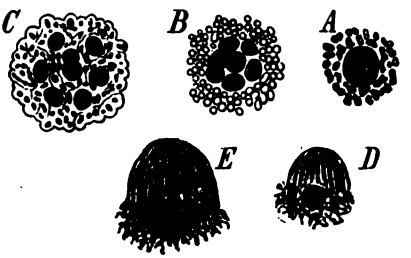


Fig. 114. Soredien von Usnea barbata. *A* mit nur einem Gonidium, das sich bei *B* getheilt hat. *C* mehrere Gonidien, durch Hyphen getrennt. *D* und *E* auswachsende Soredien, die Hyphen bilden einen Scheitel, an dem die neue Flechte fortwächst; die Gonidien vermehren sich durch Theilung (nach *Sachs*).

Fig. 113. Querdurchschnitt durch den Thallus von Sticta fuliginosa (500); *o* Rinde der Oberseite, *u* der Unterseite; *m* Hyphengeflecht der Markschicht; *g* die Gonidien, *r* Haftfasern der Unterseite (nach *Sachs*).

Die Flechten leben an Bäumen, Felsen, Mauern, auch auf der Erde zwischen Moosen; sie können vollständig austrocknen, ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren.

Man pflegt sie in künstlicher Weise nach der Form und Beschaffenheit des Thallus in vier Ordnungen einzutheilen.

I. Strauchflechten. Der Thallus wächst strauchförmig aufrecht oder hängend und ist multilateral oder bilateral gebaut, d. h. ohne Verschiedenheit von Ober- und Unterseite, die Algenschicht bildet gewöhnlich einen Hohlzylinder.

Usnea in mehreren Arten (Fig. 115 *A*) und verwandte Gattungen mit zylindrischem Thallus, Baumbart, an den Bäumen. — *Roccella* tinctoria wächst an Felsen in den Mittelmeergegenden und dient nebst anderen Flechten zur Bereitung des Lacmus. — *Ramalina* und *Evernia* mit bandartig flachem Thallus häufig an Bäumen, Bretterzäunen, ähnlich *Cetraria* islandica, isländisches Moos, im Norden und auf Gebirgen, giebt beim Kochen mit Wasser eine schleimige Flüssigkeit. Andere Arten von Cetraria haben den Bau der Laubflechten. — *Cladonia*, Säulchenflechte, mit schuppenartigem niederliegenden Thallus, von dem sich aufrechte, kreiselförmige oder korallenähnliche Äste erheben, an denen die Apothecien sitzen; Cl. fimbriata gemein, Cl. rangiferina, Rennthiermoos, auf Haiden. — *Sphaerophorus* von ähnlichem Aussehen, aber pyrenokarp.

Offizinell: Lichen islandicus, der Thallus von Cetraria islandica.

II. Laubflechten. Der Thallus ist flach ausgebreitet, dorsiventral, dem Substrat anliegend; die Algen bilden eine einfache Schicht unter der Oberseite (Fig. 113). Der Umriß des Thallus ist gewöhnlich lappig.

Digitized by Google

Parmelia parietina findet sich mit ihrem schwefelgelben, reichlich fruktifizirenden Thallus an jedem Baumstamm, an Mauern, meist gesellig mit anderen graugefärbten Arten. — *Physcia* ciliaris mit bewimpertem Thallus. — *Sticta* pulmonacea (Fig. 115 *B*) mit netziggrubigem gelblichen Thallus, an Baumstämmen. — *Peltigera*, in verschiedenen Arten auf dem Moosboden der Wälder, trägt die flachen Apothecien am Rande der Thalluslappen. — *Umbilicaria* und *Gyrophora* von schwärzlicher Farbe, mit zentraler Anheftung, an kieselhaltigen Felsen. — *Endocarpon* mit graulichem, von den zahlreichen Perithecien schwarz punktirtem Thallus, an Felsen.

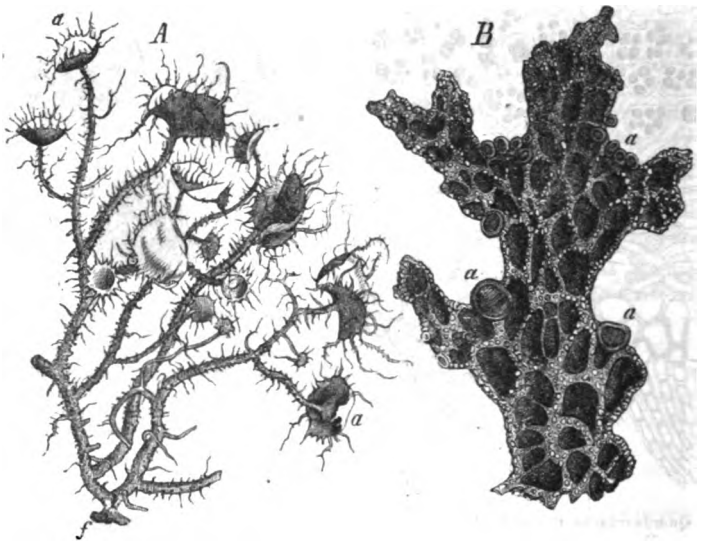


Fig. 115. *A* eine Strauchflechte, Usnea barbata, mit Apothecien *a*; *B* eine Laubflechte, Sticta pulmonacea, mit Apothecien *a* (nat. Gr.) (nach *Sachs*).

III. Krustenflechten. Der Thallus besitzt gewöhnlich keinen bestimmten Gesammtumriß und läßt sich oft kaum vom Substrat unterscheiden, auf welchem nur die Früchte sich bemerkbar machen. Die zahlreichen Arten und Gattungen werden nach Gestalt und Größe der Sporen und dem Bau des Fruchtkörpers unterschieden.

a) Discocarpi. Das Apothecium ist von einem aus Thallussubstanz gebildeten Saum umgeben und anfangs durch diesen geschlossen bei den *Lecanoreen*, z. B. *Lecanora* subfusca, an Baumstämmen gemein, oder von einem besonderen Rand umgeben, und anfangs offen bei den *Lecideaceen*, wohin z. B. die gemeine *Buellia* parasema, an Baumstämmen, *Biatora*, *Rhizocarpon* geographicum, das auf kieselhaltigen Gesteinen oft schwefelgelbe Krusten von kolossaler Ausdehnung bildet; die Apothecien sind von unregelmäßiger, oft linienförmiger Gestalt (Fig. 116 *A*, *B*) bei den *Graphideen*, mit rothen Chroolepuszellen; *Graphis* scripta gemein an Buchenstämmen. Gestielte Apothecien haben die sehr kleinen *Calicieen* (mit Rand) an Rinden, Bretterzäunen häufig, und die *Baeomyceen* (ohne Rand), *Baeomyces* roseus häufig auf Sandboden.

b) Pyrenocarpi. Die Perithecien sind Thalluswarzen einzeln oder zu mehreren eingesenkt (Fig. 116 *C*) bei *Pertusaria*; mit besonderem schwarzen Gehäuse aus dem Thallus warzenförmig vorragend bei *Verrucarieen*.

Die Krustenflechten bewohnen in zahlreichen Arten noch die höchsten Felsen der Alpen, auf denen sonst keine Vegetation mehr gedeiht, und tragen wesentlich zu deren Verwitterung bei. — An Baumstämmen finden sie sich vorzugsweise an solchen mit glatter Rinde, da sie durch die Borkebildung in ihrem Wachsthum gestört werden.

Digitized by Google

IV. Gallertflechten. Die Hyphen wachsen in den gallertigen Membranen von Cyanophyceen, der Thallus meist lappig, von schwärzlicher Farbe, befeuchtet gallertartig weich, so bei *Collema* (Fig. 117), welches die bekannten Fäden der Gattung

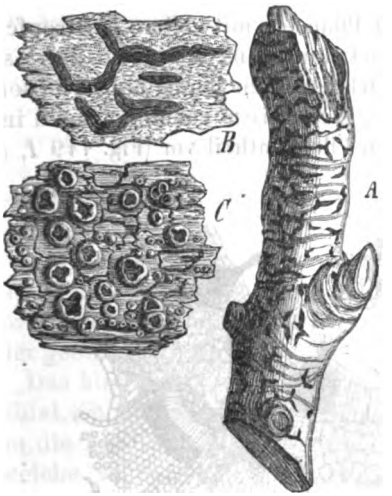


Fig. 116. Krustenflechten. *A* und *B* Graphis elegans. *B* wenig vergrößert. *C* Pertusaria Wulfeni (wenig vergr.) (nach *Sachs*).

Fig. 117. Eine Gallertflechte, Collema pulposum (wenig vergr.) (nach *Sachs*).

Nostoc enthält (s. oben Fig. 94 *A* und 107), in mehreren Arten auf feuchter Erde, an Felsen vorkommt. Fädig ist der Thallus bei *Ephebe* (in Gebirgen), welche eigentlich nur eine von Hyphen umsponnene Cyanophycee (Sirosiphon) vorstellt.

Ordnung 8. Exoasceae.

Die Sporen bilden sich hier ebenso wie bei den eigentlichen Ascomyceten in Schläuchen; aber diese bilden keine Sporenfrucht, sondern entspringen direkt vom Mycelium. Die Keimung der Sporen erfolgt durch Sprossung, welche entweder als einzige Wachsthumsform bis zur Sporenbildung anhält (Fig. 118) oder später in fädige Mycelbildung übergeht.

Saccharomyces, die Hefepilze, mit stets sprossenden Zellen, welche bei der Sporenbildung direkt zu Schläuchen werden; die meisten Arten verwandeln durch einen eigenthümlichen Vegetationsprozeß den in ihrem Substrat vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure (Gährung); S. ellipsoideus u. a. kommen in der Natur auf der Oberfläche von Früchten, Weintrauben vor und gelangen von selbst in den Most, dessen Gährung sie bewirken. S. cerevisiae, Bierhefe (Fig. 118), ist nur im technisch verwertheten, kultivirten Zustande bekannt. S. Mycoderma, der Kahmpilz, lebt auf der Oberfläche gegohrener Flüssigkeiten und zersetzt diese weiter. — *Ascomyces*, ohne fädiges Mycelium, lebt parasitisch in den Epidermiszellen der Schwarzerle. — *Exoascus*, parasitisch, bildet in der Nährpflanze fädiges Mycelium, von welchem zahlreiche Schläuche unter der Cuticula entspringen; E. Pruni verursacht die als »Narren« oder »Taschen« bekannten Deformitäten der Pflaumenfrüchte; andere Arten kommen auf Blättern, Früchten (Erle) verschiedener

Fig. 118. In Wachsthum und Sprossung begriffene Zellen der Bierhefe, Saccharomyces cerevisiae (300 mal vergr.).

Digitized by Google

Bäume vor, erzeugen auch die als „Hexenbesen“ bekannten Wucherungen der Birken, Hainbuchen und Kirschbäume.

Ordnung 9. Uredineae, Rostpilze.

Schmarotzer im Gewebe höherer Pflanzen, mit gelben Fetttröpfchen in den Zellen des Myceliums. Ihr Entwickelungsgang ist jenem der Ascomyceten darin ähnlich, daß sie Sporenfrüchte, sehr häufig außer diesen auch Gonidien bilden. Die Sporenfrüchte, Aecidien genannt, ragen in Form kleiner Näpfchen aus dem befallenen Pflanzentheil vor (Fig. 119 *I*, *a*); ihr

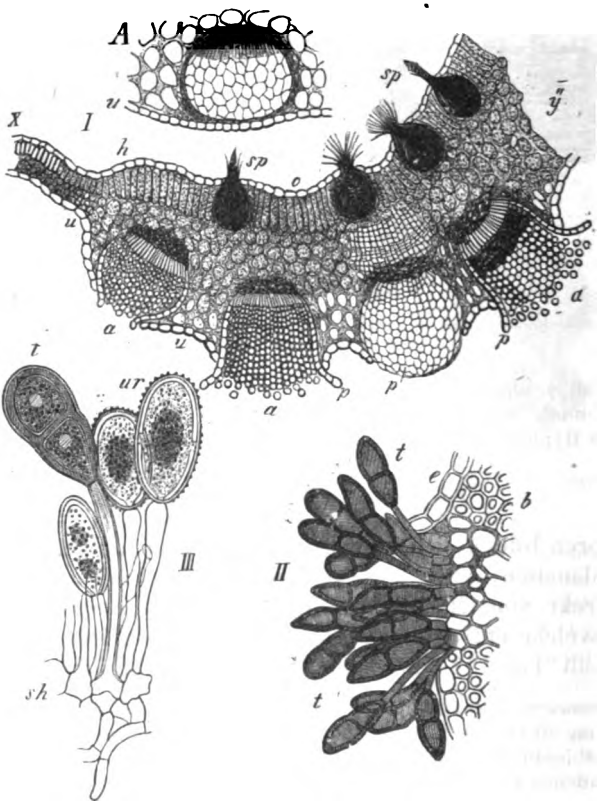


Fig. 119. Puccinia graminis; *I* Blattquerschnitt von Berberis mit Aecidien *a*; *p* deren Wand; *u* Unter-, *o* Oberseite des Blattes, das an der Strecke *u y* in Folge des Schmarotzers verdickt ist; auf der Oberseite stehen Spermogonien (*sp*). *A* ein junges noch nicht hervorgebrochenes Aecidium. *II* Teleutosporenlager (*t*) auf dem Blatt von Triticum repens, *e* dessen Epidermis. *III* Theil eines Uredolagers ebendort; *ur* die Uredosporen; *t* eine Teleutospore (nach *Sachs*).

Grund ist mit dem Hymenium, einer Schichte von Basidien ausgekleidet, auf deren jeder eine Reihe meist röthlich gefärbter Sporen abgeschnürt wird. Die Hülle (Fig. 119 *I*, *p*) wird in ähnlicher Weise von den peripherischen Zellen des Hymeniums gebildet; sie öffnet sich am Scheitel napfartig, oder einseitig, oder durch Längsspalten, bei wenigen Formen (frühere

Digitized by Google

Gattung Caeoma) fehlt die Hülle. In Begleitung der Aecidien, jedoch mit frühzeitigerer Entwickelung, kommen fast stets Spermogonien (Fig. 119 *I*, *sp*) vor, in welchen Spermatien abgeschnürt werden; es liegt die Vermuthung nahe, daß diese in ähnlicher Weise eine befruchtende Rolle spielen, wie bei den Ascomyceten, und daß das Aecidium eine echte Sporenfrucht, das Geschlechtsprodukt sei. Bei den einfachsten Formen, welche keine Gonidien besitzen (der Gattung Endophyllum) erwächst aus der Keimung der Aeciumsporen ein Promycelium mit Sporidien; erst aus diesen geht das Mycelium hervor, welches wiederum Aecidien trägt.

Die große Mehrzahl von Rostpilzen indeß bildet außer den Aecidien wenigstens noch eine Form von Gonidien, die Teleutosporen. Bei diesen Formen bildet die Aecidiumspore kein Promycelium, sondern entsendet einen Myceliumfaden, welcher durch die Spaltöffnung in das Gewebe der geeigneten Nährpflanze eindringt. Das hier erwachsende Mycelium bildet schließlich auf einem Hymenium die Teleutosporen (Fig. 119 *II*, *t*), welche, sei es sofort oder nach einer Ruhezeit, ein Promycelium entwickeln; von dessen (meist vier) Gliederzellen (Fig. 120) entspringt je ein Ast, welcher an seiner Spitze eine Sporidie abschnürt. Das aus den Sporidien hervorgehende Mycelium trägt wieder Aecidien; es findet sonach ein Generationswechsel zwischen Sporenfrüchten und Gonidien statt. Dieser verläuft indeß verhältnismäßig selten (z. B. Gymnosporangium) so einfach; häufiger gehen der Teleutosporengeneration noch in unbestimmter Anzahl Generationen vorher, welche ebenfalls Gonidien erzeugen, aber keine Teleutosporen, sondern Uredosporen (Fig. 119 *III*, *ur*), (früher als besondere Pilzgattung, Uredo, betrachtet); diese lösen sich los und keimen sofort ohne Promycelium; sie vermitteln durch rasche Wiederholung ihrer Entwickelung hauptsächlich die Ausbreitung des Pilzes über viele Individuen der Nährpflanze.

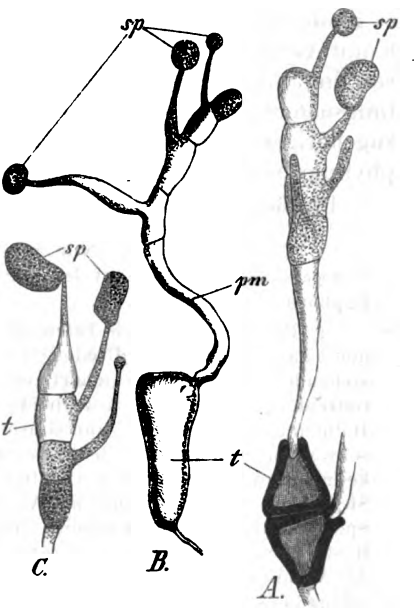


Fig. 120. Keimung der Teleutosporen verschiedener Uredineen; *A* von Puccinia (400), *B* von Melampsora (300), *C* von Coleosporium (230); *t* Teleutosporen, *pm* Promycelium, *sp* Sporidien.

Eine dritte Gruppe von Formen endlich vereinfacht diesen typischen Entwickelungsgang in der Weise, daß keine Aecidien mehr gebildet werden, sondern nur Teleutosporen, deren Sporidien zu einem wieder Teleutosporen bildenden Mycelium erwachsen (z. B. Chrysomyxa abietis).

Den Wechsel zwischen der Aecidien bildenden und der Teleutosporen (mit oder ohne Uredo) tragenden Generation vollzieht sich entweder auf der

Digitized by Google

gleichen Species von Nährpflanzen (autöcische, autoxene Parasiten, z. B. Puccinia Violarum), oder es muß mit dem Wechsel der Generationen auch ein Wechsel der Nährpflanzenspezies eintreten (heteröcische, metaxene); so bildet der Getreiderost, Puccinia graminis, seine Aecidien nur auf Berberis, die Uredo- und Teleutosporen nur auf Gräsern; es gelangen hier die Aecidiumsporen nur auf Gräsern, die Sporidien der Teleutosporen nur auf Berberis zur Weiterentwickelung. Mehrere andere Beispiele für diese Metaxenie sollen unten erwähnt werden. Es sei hier nur noch bemerkt, daß die Zusammengehörigkeit einzelner beobachteter Teleutosporenformen mit Aecidien und umgekehrt noch nicht festgestellt werden konnte. Da die Eintheilung und Charakteristik nach den Teleutosporen vorgenommen wird, so lassen sich einzeln bekannte Teleutosporen im System unterbringen und es bleibt nur in jedem einzelnen Falle die Frage zu beantworten, ob überhaupt Aecidien des betreffenden Pilzes existiren oder nicht; hingegen müssen die einzeln beobachteten Aecidien einstweilen unter dem alten Gattungsnamen Aecidium figuriren (ebenso entsprechend Uredo), bis ihre zugehörigen Teleutosporen erkannt oder eventuell ihr Verhalten wie Endophyllum bewiesen wird.

Die Rostpilze gliedern sich in folgender Weise in natürliche Gruppen:

1) Endophylleae. Nur Aecidien, deren Sporen mit Promycelien keimen. *Endophyllum* Sempervivi auf den Blättern der Hauswurz, E. Euphorbiae silvaticae auf Euphorbia amygdaloides.

2) Puccinieae. Die Teleutosporen einzeln oder zu mehreren auf einem Stiel; meist auch Aecidien und Uredosporen. Zur Gattung *Puccinia* mit zwei übereinanderstehenden Teleutosporen gehört vor Allem Puccinia graminis (Fig. 119), der Rost des Getreides; die Uredosporen (früher Uredo linearis genannt) bilden auf den Blättern und Halmen der Getreidearten und Gräser rothe Streifen; im Herbste treten in ähnlichen schwarzen Streifen die Teleutosporen auf, welche erst im kommenden Frühjahre keimen und zwar nur auf den Blättern von Berberis, wo auf rothen angeschwollenen Stellen die Aecidien (früher als Aecidium Berberidis beschrieben) auftreten; deren Sporen, auf Graspflanzen gelangt, erzeugen sofort ein Mycelium mit Uredosporen, den Rost. Dieser Rostpilz kann auf Gramineen nicht auftreten, wenn nicht im Frühjahre die Aecidienbildung stattgefunden hat, ist daher in seinem Vorkommen von der Nährpflanze des Aecidiums abhängig; hingegen kann die sehr ähnliche, ebenfalls Getreide bewohnende P. Rubigo vera sich fortwährend durch Uredosporen vermehren, während ihre Aecidien (auf Borragineen) verhältnismäßig selten auftreten. — Bei P. Malvacearum bringen die Teleutosporen ohne Abwechslung immer wieder teleutosporentragende Mycelien hervor. — P. Compositarum mit den verschiedenen Sporenformen auf der gleichen Pflanze. — Von Puccinia ist *Uromyces* nur durch die einzelnen Teleutosporen verschieden; U. Betae erzeugt den Runkelrübenrost; zu Uromyces Pisi auf Papilionaceen gehört das Aecidium, das in den Blättern der Euphorbia Cyparissias auftritt, und deren auffallende Verbreiterung verursacht; das Aecidiummycelium perennirt hier im Rhizom der Wolfsmilch. — *Phragmidium* mit mehreren übereinanderstehenden Teleutosporen häufig auf Blättern der Rosen, Brombeeren u. s. w.; das Aecidium ohne Hülle. — Bei Gymnosporangium stehen die Teleutosporen zu zweien übereinander auf Stielen, die zu einer gallertigen Masse verbunden sind; das teleutosporenbildende Mycelium perennirt in den Zweigen von Nadelhölzern, besonders Juniperusarten; die Teleutosporen erscheinen im Frühjahre und keimen auf den Blättern von Pomaceen, wo im Sommer die großen, sich durch Längsspalten öffnenden Aecidien auftreten. G. Sabinae auf Juniperus Sabina, die Aecidien (Röstelia cancellata) auf Birnblättern; G. clavariaeforme auf Juniperus communis, die Aecidien

Digitized by Google

(R. lacerata) auf Weißdornblättern; G. juniperinum ebenfalls auf J. communis, die Aecidien (R. cornuta) auf Vogelbeerbäumen.

3) Melampsoreae. Die Teleutosporen meist zu mehreren, zu einem festen Lager pallisadenartig untereinander verbunden (Fig. 121 *t*); Aecidien für die meisten nicht bekannt, wohl aber Uredosporen. ***Melampsora*** mit schwarzen, im Frühjahre reifenden Teleutosporenlagern, M. salicina, populina, betulina, Lini auf den entsprechenden Pflanzen. M. Göppertiana verursacht auffallende Anschwellungen an den Stengeln von Vaccinium Vitis idaea. Das zugehörige Aecidium auf den Nadeln der Weißtanne (Ae. columnare); zu M. pinitorquum auf der Aspe gehört als Aecidium das »Caeoma« pinitorquum auf der Kiefer. — *Chrysomyxa* abietis mit goldgelben Teleutosporen in Längsreihen, die Ende April auf den zweijährigen Fichtennadeln auftreten und bei der Keimung die sich eben entfaltenden Nadeln infiziren. Hier entwickeln sich direkt wieder Teleutosporen, Aecidien existiren nicht; hingegen gehören zu Chrysomyxa Rhododendri, welche auf den Blättern der Alpenrose vorkommt, und zu Chr. Ledi die früher als Ae. abietinum beschriebenen Aecidien auf den Fichtennadeln. *Coleosporium* mit ebenfalls goldgelben Teleutosporen in Längsreihen, mit nur einer Sporidie aus jeder Spore (Fig. 120 *C*), auf verschiedenen Kräutern. Zu C. Senecionis, das auf S. silvaticus u. a. im Sommer (Uredosporen) und Herbst (Teleutosporen) häufig ist, gehört vielleicht das Aecidium Pini, dessen Mycelium in den Nadeln und der Rinde der Kiefern perennirt und im Frühjahre die mit großer weißer Hülle versehenen Aecidien trägt.

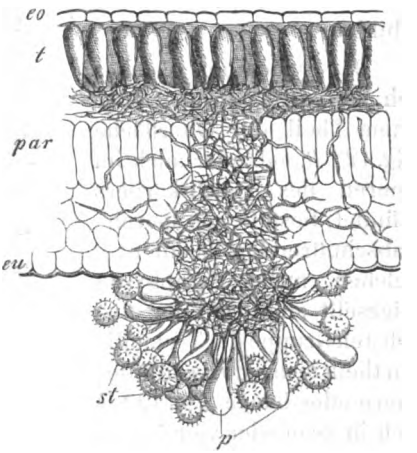


Fig. 121. Querschnitt durch ein von Melampsora salicina befallenes Weidenblatt, *par* dessen Parenchym, *eo* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite; an der Unterseite bricht ein Lager von Uredosporen (*st*) mit Paraphysen (*p*) hervor, unter der Epidermis der Oberseite das junge Teleutosporenlager *t* (260).

4) Unvollständig bekannte Aecidien, die sich nicht direkt reproduziren, also Teleutosporen besitzen müssen, deren Zugehörigkeit noch nicht erkannt ist; dahin ***Aecidium*** elatinum, das in der Rinde der Weißtanne lebt und die großen Krebsgeschwülste, sowie die als Hexenbesen bekannten monströsen Zweige verursacht, auf deren Nadeln die Aecidienfrüchte erscheinen. — Aec. strobilinum auf den Zapfenschuppen der Fichte.

Ordnung 10. Basidiomycetes.

Zu dieser Ordnung gehören die meisten der großen, im gewöhnlichen Leben als Pilze oder Schwämme bezeichneten Repräsentanten der Klasse. Das Mycelium kriecht meist in Form zarter weißer Fadengeflechte im Substrat verborgen, und der Theil, welcher gewöhnlich als Pilz bezeichnet wird, ist der Fruchtkörper, d. h. dient zur Erzeugung der Sporen. Man glaubte diese Fruchtkörper für sexuell entstandene Sporenfrüchte halten zu müssen; die sorgfältigsten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß sie ohne sexuelle Vorgänge direkt durch Auswachsen einzelner Theile des Myce-

Digitized by Google

liums hervorgehen; zudem zeigt die sogleich zu beschreibende Art der Sporenbildung bei den einfachsten Formen eine so große Ähnlichkeit mit den Teleutosporen und Promycelien der Rostpilze, daß wir zu der Annahme berechtigt sind, das Hymenium der Basidiomyceten entspreche einem Teleutosporenlager der Uredineen, und sexuell erzeugte Sporenfrüchte, wie die Aecidien, werden überhaupt nicht mehr gebildet.

Das Hymenium, welches sich an der ganzen, oder einem Theil der Oberfläche (Fig. 123 *B*, *hy*), oder auch im Inneren des Fruchtkörpers befindet, besteht aus sporenabschnürenden Basidien, welchen meist Paraphysen beigesellt sind. Bei der einfachsten Gruppe der Tremellinen theilt sich jede Basidie der Quere oder Länge (Fig. 122 *b*) nach in zwei oder vier Zellen, deren jede auf einem Sterigma eine Spore abschnürt, ein Vorgang, welcher sich unmittelbar an die Sporidienbildung auf den Promycelien der vorigen Ordnung anschließt. Bei allen übrigen hingegen bleibt die Basidie ungetheilt und schnürt an ihrer Spitze auf zwei (Fig. 123 *C*, *s*) oder meist vier Sterigmen je eine einzige Spore ab. Die Gestalt der Hymenialfläche und ihre Lage am Fruchtkörper ist bei den unten zu schildernden Unterabtheilungen verschieden; wo das Hymenium bestimmt gestaltete Vorsprünge überzieht oder die Wandung von Hohlräumen auskleidet wird

Fig. 122. Basidie (*b*) von Tremella (350); *s* Sterigma, *sp* Sporen.

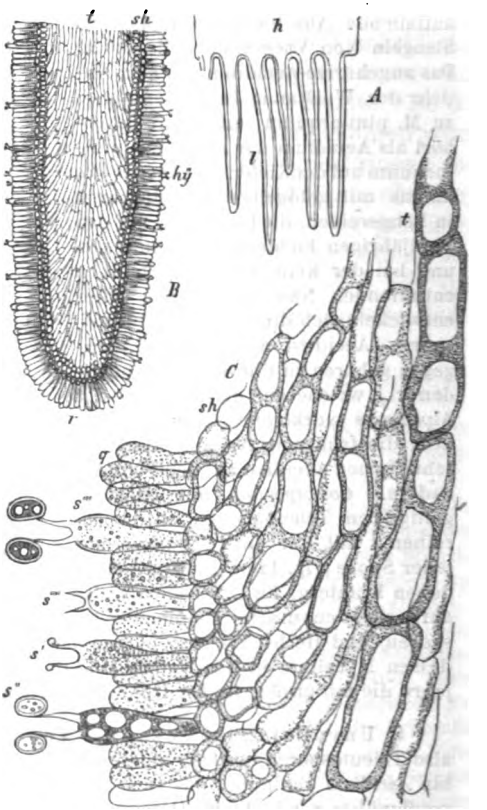


Fig. 123. Agaricus campester. *A* tangentialer Abschnitt des Hutes, die Lamellen (*l*) zeigend. *B* ein solcher Schnitt durch eine Lamelle stärker vergrößert; *hy* das Hymenium; *t* das mittlere Gewebe, Trama genannt. *C* ein Stück desselben Schnittes stärker (550) vergrößert. *q* junge Basidien und Paraphysen; *s'* erste Bildung der Sporen auf der Basidie; *s''* und *s'''* weiter entwickelte Sporen; bei *s'''* sind die Sporen schon abgefallen (nach *Sachs*).

Digitized by Google

das vom Hymenium überzogene Gewebe als Trama (Fig. 123 *B*, *t*) bezeichnet.

Die Ordnung zerfällt in zwei Unterordnungen.

a) Hymenomycetes, Hutpilze.

Das Hymenium liegt, wenigstens zur Zeit der Sporenbildung, meist schon vorher, auf der freien Außenfläche des Fruchtkörpers.

1) Tremellineae. Sie sind durch die Gestalt der Basidien und die in diesen stattfindende Theilung vor allen anderen Familien ausgezeichnet. *Tremella* mesenterica mit unregelmäßig faltigem, gallertigem Fruchtkörper, auf faulem Holze; *Auricularia* sambucina, Hollunderschwamm, mit etwa einer Ohrmuschel ähnelndem Fruchtkörper, an Stämmen besonders des Hollunders.

2) Thelephoreae. Die hymenientragende Fläche ist krustenförmig auf dem Substrat ausgebreitet oder bildet die glatte Unterfläche eines hutförmigen Fruchtkörpers. Die einfachste Form ist *Exobasidium* Vaccinii, das parasitisch auf den Blättern der Preißelbeere lebt und in Gestalt weißlicher Krusten erscheint. *Corticium* bildet Krusten auf Baumrinden; *Stereum* hat hutförmige Fruchtkörper, die von oben manchen Polyporusarten (s. unten) täuschend ähnlich sind, aber eine glatte Hymenialfläche besitzen, häufig an Baumstämmen, Stöcken.

3) Clavarieae. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des zylindrischen oder keulenförmigen, oft verzweigten Fruchtkörpers; *Clavaria* in vielen Arten, besonders C. flava, Ziegenbart, eßbar, mit schwefelgelbem, korallenartig verzweigtem Fruchtkörper (Fig. 124 *A*).

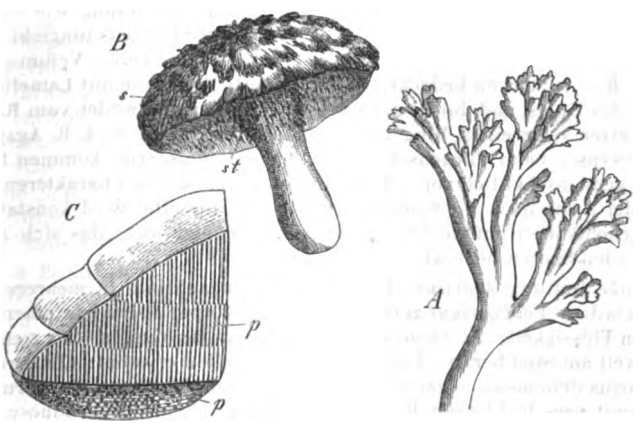


Fig. 124. *A* Zweig eines Fruchtkörpers von Clavaria flava (nat. Gr.). *B* Fruchtkörper von Hydnum imbricatum, *st* die Stacheln, *s* Schuppen der Oberseite ($^1/_4$ nat. Gr.). *C* Längsdurchschnitt durch den Fruchtkörper eines Polyporus, *p* die mit dem Hymenium ausgekleideten Röhren, auf der Unterfläche als Poren erscheinend ($^1/_2$ nat. Gr.).

4) Hydneae. Das Hymenium überzieht stachelförmige Vorragungen des Fruchtkörpers; dieser ist krusten- oder meist hutförmig, seitlich angewachsen oder gestielt. *Hydnum* imbricatum, Habichtsschwamm, eßbar, und andere Arten mit fleischigem, zentral gestieltem Hute (Fig. 124 *B*).

5) Polyporeae. Das Hymenium überzieht die Innenfläche von Röhren, welche frei oder meist zu einer Fruchtschicht fest unter sich verwachsen einen Theil des Fruchtkörpers bedecken. *Polyporus* und *Trametes* besitzen meist seitlich angewachsene, oft hufförmig gestaltete Fruchtkörper (Fig. 124 *C*). P. fomentarius dient zur Bereitung des Feuerschwammes, das Mycelium von Trametes Pini wächst im Kern-

Digitized by Google

holz der Kiefer und verursacht dessen Fäulnis; T. radiciperda in den Wurzeln und unteren Stammtheilen der Kiefer und Fichte, deren Absterben verursachend. Verschiedene Arten, so besonders P. igniarius und P. sulphureus, verursachen durch das Wachsthum und die Ernährung ihres Myceliums die als Fäulnis bezeichneten Zersetzungen des Holzes lebender Bäume, an deren Oberfläche alsdann die Fruchtkörper erscheinen. — *Daedalea*, deren Röhren in Form labyrinthischer Gänge untereinander anastomosiren, an alten Eichen. — *Merulius* lacrimans, der Hausschwamm; das Mycelium überzieht und zerstört das Gebälk der Häuser. — *Boletus* mit fleischigem, zentral gestieltem Hut, dessen Fruchtschicht sich sehr leicht abziehen läßt, häufig in eßbaren (B. edulis, Steinpilz, B. scaber, Kapuzinerpilz) und giftigen (B. Satanas u. a.) Arten.

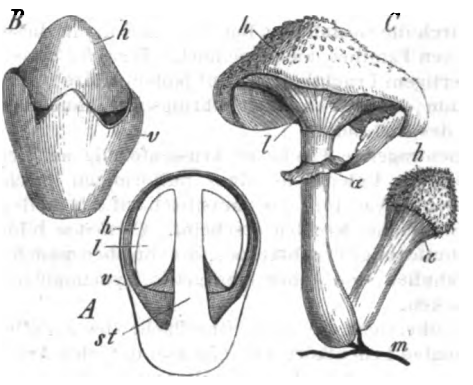


Fig. 125. *A* Jugendzustand des Agaricus vaginatus, *v* das Velum universale, *st* Stiel, *h* Hut, *l* Lamellen; *B* etwas vorgeschrittener, das Velum *v* aufgerissen; *C* Agaricus melleus, *m* Mycelium, *a* der Ring, entstehend aus dem Velum partiale ($^1/_2$ nat. Gr.).

6) Agaricinae. Das Hymenium überzieht lamellenartige Vorsprünge des Fruchtkörpers, der meist die Gestalt eines gestielten oder sitzenden Hutes besitzt; die gestielten Hüte sind häufig anfangs in Hüllen eingeschlossen, welche nach der völligen Entwickelung als besondere Anhängsel erhalten bleiben; eine Hülle, welche den ganzen Hut sammt Stiel einschließt und nach der Entfaltung wie eine Scheide die Stielbasis umgiebt (z. B. Amanita), heißt Velum universale (Fig. 125 *A*, *B*, *v*); dagegen bedeckt das Velum partiale nur die mit Lamellen besetzte Unterfläche des Hutes und bildet nach dessen Entfaltung entweder vom Rand herabhängende Fetzen oder einen Ring um den Stiel (Fig. 125 *C*, *a*, z. B. Agaricus campester, procerus); beim Fliegenschwamm, Amanita muscaria, kommen beide Arten von Velum gemeinschaftlich vor. Außer diesen augenfälligen Charakteren ist für das Erkennen der Arten noch die Sporenfarbe wichtig; dieselbe wird konstatirt, indem man den Fruchtkörper auf weißes oder schwarzes Papier legt, das sich alsbald mit den abfallenden Sporen bedeckt.

Die große Gattung *Agaricus*, Blätterpilz, ist neuerdings in mehrere Gattungen gespalten worden. Bei *Coprinus* zerfließt der Fruchtkörper alsbald zu einer schwarzen schmierigen Flüssigkeit; *Lactarius* enthält Milchsaft. Bei *Cantharellus* ziehen sich die Lamellen weit am Stiel herab. Von eßbaren Arten seien erwähnt: Cantharellus cibarius, Lactarius deliciosus, Agaricus campester, Champignon, A. procerus, Parasolschwamm mit verschiebbarem Ring, von giftigen: Lactarius torminosus, Amanita muscaria, Fliegenschwamm. — A. melleus, Hallimasch, hat ein eigenthümliches, zu festen, außen schwarzglänzenden Strängen verflochtenes Mycelium (frühere Pilzgattung Rhizomorpha), das in der Rinde von Bäumen lebt und junge Nadelholzpflanzen (besonders Kiefern und Fichten) tödtet; durch ausläuferartige Zweige wächst es in der Erde weiter, um zu anderen Baumwurzeln zu gelangen.

Andere Gattungen haben Fruchtkörper von härterer, lederiger oder holziger Consistenz, die meist an altem Holze leben, so *Panus* mit exzentrisch gestieltem kleinem Hute, *Lenzites* mit seitlich sitzendem Hute, *Marasmius*, dessen kleine zierliche Hüte häufig auf abgefallenen Fichtennadeln erscheinen.

Offizinell: Fungus chirurgorum, die weichste Schicht aus dem Hute des Polyporus fomentarius.

Digitized by Google

b) Gastromycetes, Bauchpilze.

Das Hymenium ist auch noch zur Zeit der Sporenbildung im Innern des Fruchtkörpers eingeschlossen; dessen inneres Gewebe bildet zahlreiche Hohlräume oder Kammern, deren Zwischenwände, Trama, vom Hymenium überkleidet werden. Mit der Fruchtreife vollziehen sich meist weitgehende Veränderungen dieser inneren Gewebe; die Außenschicht oder Peridie des Fruchtkörpers ist meist in zwei Lagen gesondert; je nach den Veränderungen des inneren Gewebes und der Beschaffenheit der Peridie unterscheidet man:

1) Die *Hymenogastreen*, deren Kammern und Hymenium erhalten bleiben (Fig. 126 *A*, *k*); trüffelähnliche, unterirdische Pilze.

2) Die *Lycoperdaceen* oder *Staubpilze*; von dem inneren Gewebe bleiben nur einzelne starke Fäden der Trama, das *Capillitium* (Fig. 126 *B*) und dazwischen die isolirten Sporen übrig. Bei *Lycoperdon* schuppt sich die äußere Peridie ab, die innere reißt an der Spitze auf und entläßt die Sporenmasse als Staubwolke. — Bei *Geaster* reißt die äußere Peridie sternartig auf und schlägt sich zurück; die innere öffnet sich mit einem Loch an der Spitze.

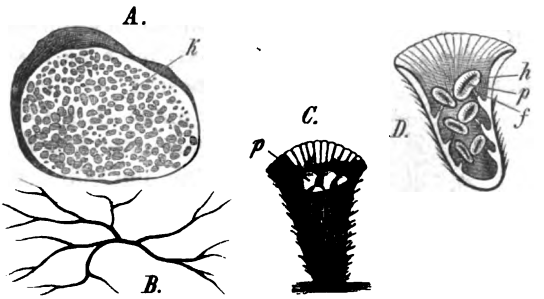


Fig. 126. *A* Fruchtkörper von Rhizopogon, durchschnitten, natürl. Größe; *k* die Kammern; *B* Capillitiumfaser von Lycoperdon, stark vergr. *C* und *D* Fruchtkörper von Cyathus striatus, *C* von außen, natürl. Größe, *p* die Kammern; *D* der Länge nach durchschnitten, *p* die Kammern mit dem Stiel *f*, enthaltend das Hymenium *h*.

3) Die *Nidularieen* haben becherförmige Fruchtkörper, in welchen die Kammern sich zu einzelnen kleinen harten Körpern isoliren; *Crucibulum* und *Cyathus* nicht selten auf faulem Holz (Fig. 126 *C* und *D*).

4) Die *Phalloideen*; hier hebt sich nach Aufreißen der durchsichtigen Peridie das gesammte innere Gewebe auf einem Stiel empor und zerfließt zu einem übelriechenden Schleim, der die Sporen enthält. *Phallus* impudicus, Giftmorchel, in Gebüschen.

Zweite Gruppe.

Die Bryophyten.

Bei der Gruppe der Bryophyten finden wir einen scharf ausgeprägten embryonalen Generationswechsel, welcher in gewissen Momenten mit dem der folgenden Gruppe übereinstimmt; es wechselt nämlich eine geschlechtliche, d. h. Sexualorgane erzeugende Generation mit einer ungeschlechtlichen, in welcher Sporen gebildet werden, ab. Aus der keimenden Spore entwickelt sich, in einzelnen Fällen direkt, in den meisten durch Vermitte-

Digitized by Google

lung eines sogenannten Vorkeims oder Protonemas die Geschlechtsgeneration in Form eines gegliederten Vegetationskörpers, der Moospflanze, welche nur bei den niederen Formen ein Thallus, bei allen anderen aber ein beblätterter Stamm ist und die Sexualorgane in beliebiger Wiederholung erzeugen kann. Aus jeder befruchteten Eizelle geht ein Individuum der ungeschlechtlichen Generation hervor, welches mit der ursprünglichen Moospflanze äußerlich in Zusammenhang bleibt und die Form einer gestielten Kapsel besitzt, gewöhnlich als Moosfrucht bezeichnet. Diese bildet ohne Verzweigung oder Wiederholung die Sporen und schließt mit deren Reife ihre Lebensthätigkeit ab.

Fig. 127. *A* Aufplatzendes Antheridium von Funaria hygrometrica, *a* die Spermatozoiden (350); *B* letztere stärker vergrößert, *c* freies Spermatozoid von Polytrichum (800) (nach *Sachs*).

Da die Moospflanze in Stamm und Blatt gegliedert ist, aber noch keine echten Wurzeln und Gefäße besitzt, so nimmt die Gruppe den niedrigsten Platz unter den Cormophyten und zugleich den höchsten unter den Zellpflanzen ein.

Wie bei allen höheren Kryptogamen heißen die männlichen Sexualorgane Antheridien, die weiblichen Archegonien.

Die Antheridien sind kurz- oder langgestielte Gewebekörper von kugeliger, eiförmiger oder keulenförmiger Gestalt (Fig. 127), deren äußerste Zellschicht eine sackartige Wandung bildet, während die inneren sehr kleinen und zahlreichen Zellen in sich je ein Spermatozoid entwickeln. Indem die sackartige Wandung des reifen Antheridiums unter Zutritt von Wasser an ihrem Scheitel aufreißt, gelangen die Mutterzellen der Spermatozoiden nach außen und entlassen hier erst die letzteren. Diese (Fig. 127 *c*) besitzen die Form von schraubig gewundenen Fäden mit dickerem Hinterende und bewegen sich mittelst zweier am vorderen Ende sitzender zarter Cilien in dem Wasser, welches die kapillaren Zwischenräume zwischen den Moosblättern und Rasen gelegentlich durchtränkt.

Die Archegonien (Fig. 128) sind von flaschenförmiger Gestalt, d. h. über ihrer Basis bauchartig erweitert und oben in einen langen Hals auslaufend. Bauch und Hals sind von einer axilen Zellreihe durchzogen; in deren unterster und größter Zelle bildet sich die Eizelle; die Reihe der übrigen wird als Kanalreihe bezeichnet. Diese verwandelt sich kurze Zeit vor der Befruchtung in eine Schleimmasse; die obersten Zellen des Halses, die Deckelzellen (*m*), weichen auseinander und die Spermatozoiden dringen, durch diese Öffnung eintretend, im Kanal bis zur Eizelle vor, welche sich infolge der Befruchtung mit einer Membran umgiebt.

Die Sexualorgane stehen öfters einzeln, sehr häufig aber in Gruppen vereinigt, welche bald bloß aus Antheridien oder Archegonien, bald aber auch aus beiden gemengt bestehen. Diese Gruppen, auch wohl Moos-

Digitized by Google

blüthen genannt, werden bisweilen von besonderen Hüllen (Involucrum und Perianthium) umgeben. Als Paraphysen bezeichnet man Haargebilde, welche in diesen sog. Blüthen sich an der Basis der Sexualorgane vorfinden.

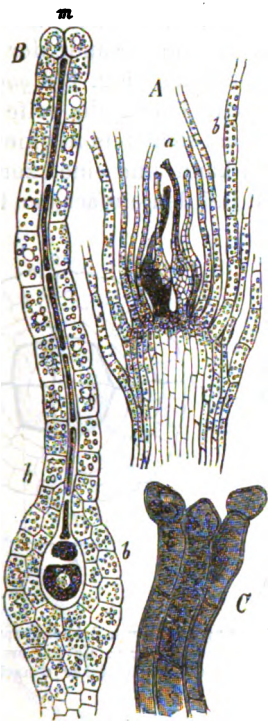


Fig. 128. Archegonien von Funaria hygrometrica; *A* auf dem Gipfel des Stämmchens sitzend (*a*); *b* Blätter (100); *B* ein einzelnes (550), *b* der Bauch, *h* der Hals, *m* die noch geschlossene Mündung; *C* die geöffnete Mündung eines befruchteten Archegoniums (nach *Sachs*).

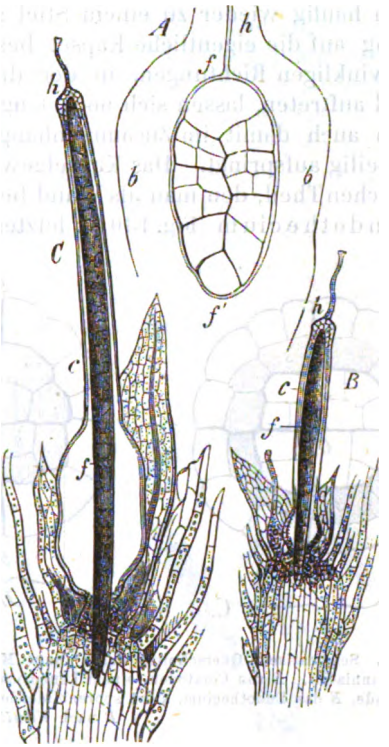


Fig. 129. Entwickelung der Kapsel von Funaria hygrometrica. *A* die Eizelle hat sich im Bauch des Archegoniums (*b*) in einen Gewebekörper (*ff'*) verwandelt (500). *B* dieser wächst (*f*) umgeben vom mitwachsenden Archegoniumbauch *c*, auf dessen Spitze noch der Hals *h* sitzt; *C* noch weiter entwickelt (40) (nach *Sachs*).

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich sofort die zweite, Sporen bildende Generation, das Sporogonium. Wenn sich dasselbe an seiner Basis auch mehr oder weniger in das Gewebe der Moospflanze einbohrt (Fig. 129 *C*) und auch von dieser ernährt wird, so stehen die beiderseitigen Zellen dennoch in keinem organischen Zusammenhange. Die Wandung des Archegoniumbauches, in welchem sich die Eizelle zum Sporogonium entwickelt, wächst noch eine Zeitlang fort und umgiebt, Calyptra genannt, das junge Sporogonium (Fig. 129 *B*, *C*, *c*, *h*); später zerreißt sie in nach den Klassen verschiedener Weise, so daß ihre Reste entweder an der Basis oder auf der Spitze des Sporogoniums hängen.

Digitized by Google

Das Sporogonium wird fast immer schon durch die erste in dem befruchteten Ei auftretende Theilungswand in zwei Theile gesondert: einen unteren, d. h. dem Grund des Archegoniums zugewendeten, den Fuß (Fig. 138 *f*), dessen Funktion die Befestigung an der Pflanze und Aufnahme der Nahrungsstoffe ist, und einen oberen, die Kapsel, deren untere Region häufig wieder zu einem Stiel sich ausbildet, während die Sporenbildung auf die eigentliche Kapsel beschränkt ist. Die zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen, in der die ersten Theilungswände der jungen Kapsel auftreten, lassen sich noch lange Zeit erkennen (Fig. 130 *gggg*) und stehen auch damit im Zusammenhang, daß sehr häufig die reife Kapsel viertheilig aufspringt. Das Kapselgewebe sondert sich stets in einen peripherischen Theil, den man als Wand bezeichnen kann, und einen zentralen, das Endothecium (Fig. 130 *E*); letzteres wird bei den einfachsten Formen

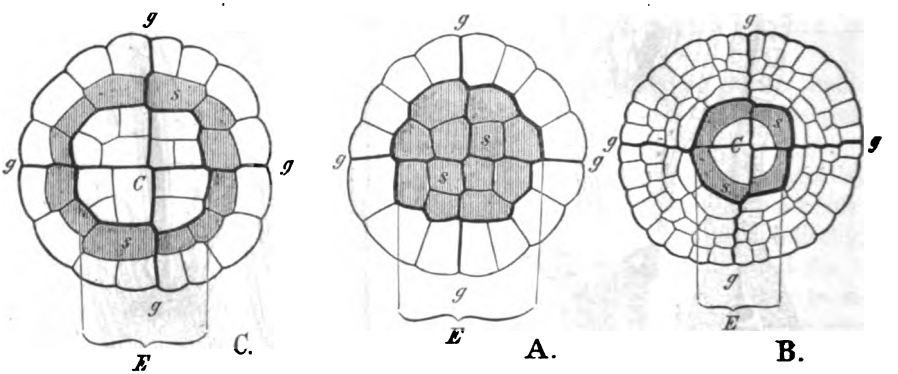


Fig. 130. Schematische Querschnitte durch junge Mooskapseln (vergr.); *A* von Sphaerocarpus, einer Jungermanniacee, *B* von Ceratodon, einem Laubmoos, *C* von Anthoceros. *gggg* die vier ersten Theilungswände, *E* das Endothecium, *s* die sporenbildende Schicht, *C* die Columella (*A* und *C* nach *Leitgeb*, *B* nach *Kienitz-Gerloff*).

(Fig. 130 *A*) ganz zur Sporenbildung verwendet, oder es bilden sich einzelne Zellen desselben nicht zu Sporenmutterzellen, sondern zu Schleuderzellen, Elateren, aus, welche meistens eine nach innen vorspringende spiralige Wandverdickung besitzen; bei den meisten Laubmoosen (Fig. 130 *B*) scheidet sich ein zentraler Strang des Endotheciums als steriles Gewebe, Columella, aus und wird von der, der äußeren Schicht des Endotheciums entstammenden sporenbildenden Schicht, dem Archesporium, umgeben. Nur bei wenigen Formen (Anthoceros und Sphagnum) wird das ganze Endothecium zur Columella und das Archesporium entstammt der inneren Wandschicht (Fig. 130 *C*).

In den Sporenmutterzellen, welche sich isoliren und häufig vom Sporensack, den sich eigenthümlich ausbildenden Nachbarzellen, umschlossen werden, entstehen die Sporen durch Viertheilung. Dieselben werden nur selten durch frühzeitiges Zerfallen der Kapselwand frei; meistens springt die Kapsel auf, entweder in vier Klappen von der Spitze zur Basis, oder unregelmäßig, oder indem die obere Partie der Wandung

Digitized by Google

deckelförmig abspringt; bei den meisten Laubmoosen aber springt ein Deckel ab, welcher schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel.

Die Sporen sind kugelig oder tetraedrisch; ihre Membran besteht, wie auch bei denen der nächstfolgenden Gruppe, häufig aus zwei Schichten, einer äußeren derberen, cuticularisirten, der Exine, und einer inneren zarten, mit Cellulosereaktion, der Intine. Bei der Keimung platzt die Exine und die von der Intine umschlossene Zelle wächst (Fig. 131 *A*) und theilt sich, wodurch in den meisten Fällen die Bildung des Protonemas, eines Geflechtes von chlorophyllhaltigen Zellreihen, oder einer grünen Zellfläche eingeleitet wird. Die Zellreihen des Protonemas sind theils unbegrenzte (Fig. 131 *B*, *h*), theils begrenzte Seitengebilde (Fig. 131 *B*, *b*); es stellt somit dasselbe die Moospflanze in ihrer einfachsten Gestalt vor. Dies zeigt sich am deutlichsten in den Fällen, wo es an seinem Scheitel unmittelbar in die Moospflanze übergeht. Häufiger jedoch erfolgt dieser Übergang durch Seitenknospen (Fig. 131 *B*, *K*), welche an der Basis der begrenzten Seitenfäden entspringen.

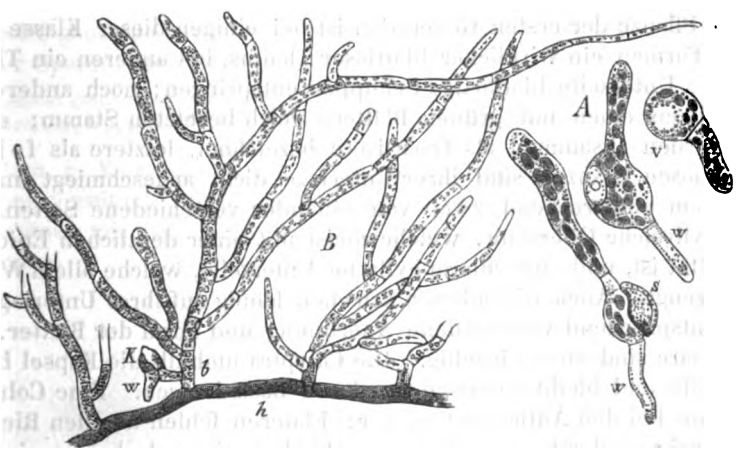


Fig. 131. *A* keimende Sporen von Funaria hygrometrica, *w* Wurzelhaar, *s* Exine (550). *B* Theil eines Protonemas, *k* Anlage eines beblätterten Stämmchens mit Wurzelhaar *w* (900) (nach *Sachs*).

Die Verzweigung der Moospflanze ist niemals axillär, sondern die Seitenzweige stehen gewöhnlich neben oder unter den Blättern.

Die Moospflanze besitzt bei sehr vielen Repräsentanten vegetative Vermehrungsorgane, gewöhnlich Brutknospen genannt. Auch außer diesen besonderen Organen besitzt sie in hohem Grade die Fähigkeit, sich auf vegetativem Wege auszubreiten durch Verzweigung und Rasenbildung; ja viele der häufigsten und massenhaft auftretenden Formen (z. B. Hylocomium triquetrum) erhalten sich vorzugsweise durch derartige Vervielfältigung und gelangen nur selten zur Befruchtung und Erzeugung von Kapseln.

Digitized by Google

Die Gruppe zerfällt in zwei Klassen, welche sich hauptsächlich durch folgende Merkmale unterscheiden:

Klasse X. Hepaticae, Lebermoose. Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Klasse XI. Musci, Laubmoose. Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält niemals Elateren, fast stets eine Columella.

Klasse X.

Hepaticae, Lebermoose.

Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Die Pflanze der ersten Generation ist bei einigen dieser Klasse angehörigen Formen ein wirklicher blattloser Thallus, bei anderen ein Thallus, an dessen Unterseite blattartige Schuppen entspringen; noch andere endlich besitzen einen mit grünen Blättern reich besetzten Stamm; erstere beide werden zusammen als frondose bezeichnet, letztere als foliose. Die frondosen Pflanzen sind ihrer Unterlage dicht angeschmiegt und besitzen dem entsprechend zwei von einander verschiedene Seiten, eine chlorophyllreiche Oberseite, welche meist mit einer deutlichen Epidermis ausgestattet ist, und eine chlorophyllarme Unterseite, welche allein Wurzelhaare erzeugt. Auch die foliosen kriechen häufig auf ihrer Unterlage und zeigen entsprechend verschiedene Anordnung und Form der Blätter. Die Wurzelhaare sind stets einzellig. Die Calyptra umhüllt die Kapsel bis zur Sporenreife und bleibt zerrissen an deren Basis hängen. Eine Columella kommt nur bei den Anthoceroteen vor; Elateren fehlen nur den Riccieen; das Aufspringen der Kapsel erfolgt verschiedenartig, jedoch niemals durch einen bereits äußerlich vorgezeichneten Deckel.

Die Klasse enthält drei Ordnungen:

Ordnung 1. Marchantiaceae.

Der bandartig flache, dichotomisch verzweigte Thallus trägt auf seiner Unterseite meist eine oder zwei Reihen von Ventralschuppen, welche man wohl auch als Blätter bezeichnen könnte, sowie Wurzelhaare, welche wenigstens theilweise mit zäpfchenartigen, nach innen vorspringenden Verdickungen versehen sind. Das chloropyllreiche Gewebe der Oberseite ist von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Luftkanälen oder von Luftkammern durchsetzt, über welchen die Epidermis meist mit Ausnahme einer offenbleibenden Stelle (der Athemöffnung) zusammenschließt; daher rührt

Digitized by Google

auch die bei manchen Arten (besonders Fegatella) deutlich hervortretende Felderung der Oberseite; jede rhombische Areole entspricht einer Luftkammer und trägt ungefähr in der Mitte die auch mit bloßem Auge deutlich erkennbare Athemöffnung.

Die Sexualorgane stehen einzeln eingesenkt oder zu scharf begrenzten Gruppen vereinigt auf der Rückenseite des Thallus, oder auf besonderen gestielten hutförmigen Thalluszweigen (Fig. 132 *A*, *hu*, *C*), wobei jedoch die Archegonien durch ein eigenthümliches Wachsthum derselben auf die Unterseite verschoben werden.

Die Kapseln sind nicht oder nur kurz gestielt, entbehren bei den einfachsten Repräsentanten des Fußes; die Wand zerfällt entweder frühzeitig, oder spaltet sich unregelmäßig oder bleibt in ihrem unteren Theil erhalten, während der obere als Deckel abgeworfen wird.

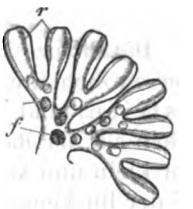


Fig. 132. Stück einer Pflanze von Riccia glauca (nat. Gr.), *r* die dickeren Ränder, *f* die hervorbrechenden Sporogonien.

Fam. 1. Ricciaeae. Die Sexualorgane stehen meist einzeln auf dem Rücken des Thallus (Fig. 132); das Sporogonium besitzt keinen Fuß, sondern wird ganz zur Kapsel, welche keine Elateren enthält, und deren Wand vor der Sporenreife zu Grunde geht.

Riccia glauca, crystallina u. a. auf Ackerboden, R. fluitans, *Ricciocarpus* natans mit breitem lappigem Thallus auf dem Wasser schwimmend.

Fam. 2. Marchantieae. Mindestens die Archegonien zu bestimmten Gruppen vereinigt, meist auf besonderen, umgebildeten Thalluszweigen; Sporogonien mit Fuß, Kapsel mit Elateren und bis zur Reife bleibender Wandung.

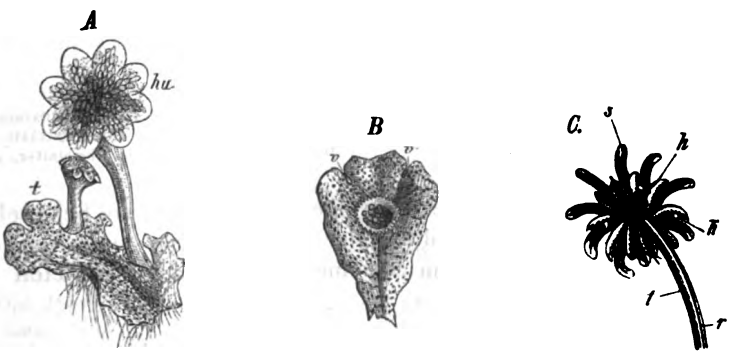


Fig. 133. *A* ein Stammstück von Marchantia polymorpha (*t*) mit aufrechtem männlichem (d. h. Antheridien tragendem) Hut (*hu*). *B* Stammstück mit Brutknospenbehälter, *v v* Scheitel der beiden Gabelsprosse (nach *Sachs*); *C* weiblicher Hut schräg von unten gesehen (2 mal vergr.), *t* der Stiel mit Rinne *r*, *s* Strahlen, *h* die Hüllen, *k* die Kapseln.

Marchantia polymorpha sehr gemein an Wegen, Mauern, in Torfgräben; die Antheridien auf der Oberseite schirmartiger Zweige (Fig. 133 *A*), die Archegonien auf der Unterseite ähnlicher strahliger Schirme (Fig. 133 *C*); diöcisch. Außerdem trägt

Digitized by Google

der Stamm auf der Oberseite becherartige Brutknospenbehälter (Fig. 133 *B*). — Ähnlich *Lunularia*, welche auf Erde der Gewächshäuser häufig, aber stets nur mit den halbmondförmigen Brutknospenbehältern vorkommt. — *Fegatella* conica mit konischem, *Reboulia* hemisphaerica, *Preissia* commutata mit halbkugeligem Hut, an Felsen, feuchten Mauern und Erde, besonders in Gebirgsgegenden.

Ordnung 2. Jungermanniaceae.

Die Pflanze ist ein blattloser flacher, dichotomisch verzweigter Thallus oder ein beblätterter Stamm, dessen Blätter in Unterblätter (Amphigastrien) und Oberblätter unterschieden werden müssen. Erstere stehen auf der Bauchseite des Stammes in einer Reihe (Fig. 135 *u*), sind oft sehr klein und können selbst ganz fehlen; letztere stehen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Stammes. — Die Kapsel ist mit einem Stiel versehen, welcher meist sich erst kurz vor dem Aufspringen bedeutend streckt, springt von der Spitze zur Basis (Fig. 134 *b*) in vier Klappen auf und enthält stets Elateren.

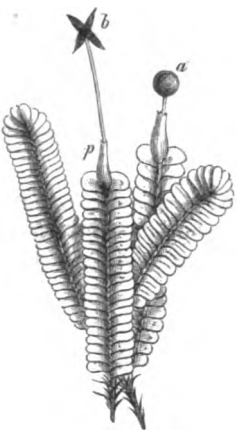


Fig. 134. Stämmchen von Plagiochila asplenioides; *a* eine reife, *b* eine aufgesprungene Kapsel; *p* das Perianthium.

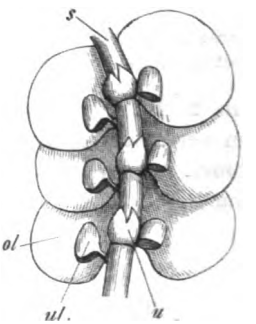


Fig. 135. Zweig von Frullania dilatata (20 mal vergr.), von unten gesehen; *u* Unterblätter, *ul* unterer, *ol* oberer Lappen der Oberblätter, *s* Stamm.

a) Anakrogynae. Die Archegonien stehen nicht am Scheitel, sondern auf der Oberseite des Thallus oder Stammes; sie sind von einem Involucrum, d. h. einer vom Stamme oder Thallus gebildeten Hülle umgeben; meist frondos.

Metzgeria furcata mit schmalem, dichotomisch verzweigtem, einschichtigem Thallus, der von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen wird, wächst sehr häufig an Baumstämmen, fruktifizirt aber selten. — *Pellia* epiphylla mit mehrschichtigem breitem Thallus, nicht selten an Quellen, feuchten Felsen u. dgl. — *Aneura* pinguis und andere Arten an ähnlichen Orten. — *Blasia* pusilla mit thallusähnlichem Stamm, welcher kleine Unterblätter und zwei Reihen Seitenblätter trägt; letztere sind aber nicht quer, sondern der Länge nach am Stamm inserirt; sie findet sich auf feuchten Äckern, an Grabenrändern.

Digitized by Google

b) Akrogynae. Die Archegonien stehen am Scheitel des Stammes oder bestimmter Seitenzweige desselben und werden von einem Perianthium, d. h. einer aus Blättern oder Blattheilen gebildeten Hülle umgeben. Der Stamm trägt häufig kleine Unterblätter, und stets zwei Reihen Oberblätter; diese sind entweder nur an der Spitze zweizähnig oder zweitheilig, bisweilen (Frullania, Radula) in zwei ganz verschiedene Lappen getheilt (Fig. 135 *ul*, *ol*); ein Mittelnerv ist höchstens durch Streckung einiger Zellen angedeutet, aber niemals mehrschichtig. Die Insertion der Oberblätter ist anfänglich quergestellt, wird aber durch ungleiches Wachsthum des Stammes so verschoben, daß sie entweder auf der Stammunterseite hinaufrückt (unterschlächtige Blätter, Folia succuba) (Fig. 134), oder auf der Stammoberseite (oberschlächtig, F. incuba) (Fig. 135).

Jungermannia bicuspidata und zahlreiche andere Arten sind sehr häufig auf feuchter Erde, an Baumstämmen. — *Plagiochila* asplenioides (Fig. 134) nicht selten in Gebirgswäldern. — *Radula* complanata; die dicht beblätterten Stämmchen kriechen auf Baumstämmen und Ästen, sehr gemein. — *Frullania* dilatata (Fig. 135) und Tamarisci mit zierlich verzweigten, bräunlichen oder purpurnen Stämmchen wachsen ebenfalls auf Baumrinden oder auf dem Boden an feuchten buschigen Orten.

Ordnung 3. Anthoceroteae.

Die Pflanze ist ein unregelmäßig verzweigter Thallus, dessen Rückenseite die Archegonien eingesenkt sind. Die Kapsel ist lang, schmal, schotenförmig, springt von der Spitze her in zwei Klappen auf und erzeugt gegen die Basis zu fortwährend neue Sporen. Fast stets ist eine Columella vorhanden, außerdem Elateren.

Anthoceros laevis (Fig. 136) und punctatus finden sich auf thonigem Acker- und Waldboden nicht häufig, aber gewöhnlich in großer Menge.

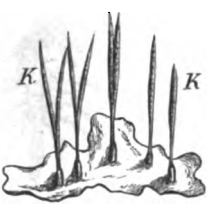


Fig. 136. Anthoceros laevis (nat. Gr.); *K* die Kapseln, theilweise noch ungeöffnet.

Klasse XI.

Musci, Laubmoose.

Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stengel; *die Kapsel enthält niemals Elateren, fast stets eine Columella.*

Die Moospflanze ist immer ein beblätterter Stamm mit lauter gleichwerthigen Blättern, welcher entweder mit seinen Ästen auf dem Boden, an Bäumen hinkriecht, oder dichte Rasen bildet. Dorsiventrale Ausbildung kommt nicht häufig vor. Die Blätter besitzen häufig einen mehrschichtigen Mittelnerven; die Wurzelhaare sind verzweigte Zellreihen, welche in

Digitized by Google

Protonema übergehen und so zur Ausbreitung der Pflanzen beitragen können. Die Calyptra wird meistens lange vor der Sporenreife von der Kapsel zerrissen; Elateren kommen niemals vor; eine Columella ist mit Ausnahme von Archidium stets vorhanden; die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines schon vorher erkennbaren Deckels.

Die Klasse zerfällt in drei Ordnungen:

Ordnung 1. Sphagnaceae, Torfmoose.

Die kugelige Kapsel enthält eine halbkugelige Columella, welche vom Archesporium (Fig. 138 *as*) überdeckt wird, und öffnet sich durch Abwerfen der oberen Kappe der Wandung; die Calyptra bleibt an der Basis zurück.

Fig. 137. Stämmchen von Sphagnum acutifolium (nat. Gr.); *k* die Kapseln.

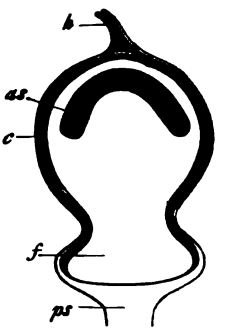


Fig. 138. Längsdurchschnitt durch eine halbreife Kapsel von Sphagnum (10 mal vergr., schematisirt); *ps* Pseudopodium, *f* Fuß, *as* Archesporium, *c* Calyptra mit Archegoniumhals *h*.

Die einzige Gattung Sphagnum (Fig. 137) mit zahlreichen Arten bewohnt, ausgedehnte weiche Rasen bildend, feuchte Wälder und besonders Moore. Die dicht beblätterten Äste hüllen den Hauptstamm ein; sowohl die Blätter, als die Rinde des Stengels enthalten große wassererfüllte, mit offenen Löchern versehene Zellen, welche das Wasser kapillar bis in die obersten Spitzen hinaufziehen. Die unteren absterbenden Partien der rasch aufwärts wachsenden Stämme gehen in Verwesung über und bilden den Torf. Die sehr kurz gestielte Kapsel (Fig. 137 *k*; 138) wird von einer Verlängerung des archegonientragenden Stammes emporgehoben, welche äußerlich dem Kapselstiel der echten Laubmoose ähnlich sieht und Pseudopodium (Fig. 138 *ps*) genannt wird.

Ordnung 2. Andraeaceae.

Die Columella ist säulenförmig, oben frei; die Kapsel, auf einem Pseudopodium emporgehoben, öffnet sich in vier Klappen, die an der Spitze und

Digitized by Google

Basis miteinander verbunden bleiben (Fig. 139 *B*, *k*). Die Calyptra wird mützenförmig in die Höhe gehoben.

Die Gattung *Andraea* (Fig. 139 *B*) mit mehreren Arten bewohnt die Felsen der Alpen und höheren Gebirge. Die gestreckten und verzweigten Stämmchen sind dicht beblättert.

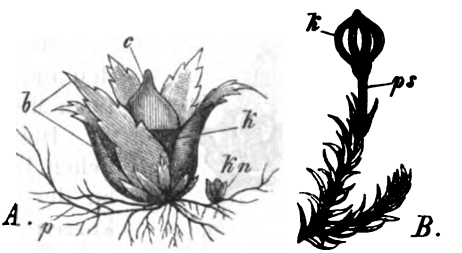


Fig. 139. *A* Pflanze von Ephemerum serratum (20); *p* Protonema, *kn* Knospe, *b* Blätter, *k* Kapsel, *c* Calyptra. *B* Andraea petrophila (6), *ps* Pseudopodium, *k* die aufgesprungene Kapsel.

Ordnung 3. Bryinae.

Die Columella hängt oben und unten mit der Kapselwand zusammen (fehlt nur bei Archidium); sie wird unmittelbar umgeben vom Archesporium (Fig. 140 *s*); der innere chlorophyllreiche Theil der Wandung ist von zahlreichen großen lufterfüllten Hohlräumen (Fig. 140 *B*, *l*) durchsetzt. Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines Deckels, der schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel, bleibt nur bei wenigen, wie Phascum, Ephemerum (Fig. 139 *A*) u. a., welche aber verschiedenen

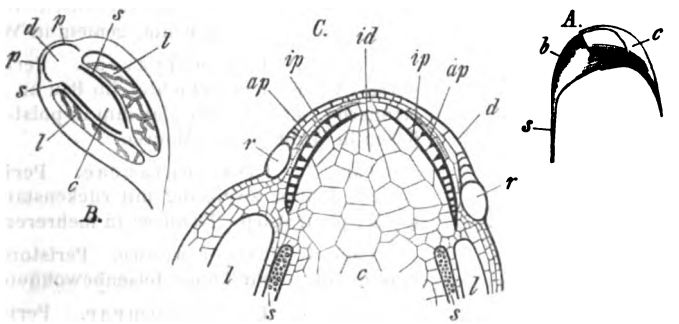


Fig. 140. *A* Sporogonium von Funaria hygrometrica; *s* Stiel, *b* Kapsel, *c* Calyptra (5 mal vergr.). *B* Halbreife Kapsel desselben Mooses der Länge nach durchschnitten (10 mal vergr.); *c* Columella, *s* Archesporium, *l* Luftraum, *d* Deckelgewebe, *p* Peristom. *C* oberster Theil der nämlichen Kapsel stärker (40 mal) vergr.; *d* Deckel, *id* inneres Deckelgewebe, *ap* äußeres, *ip* inneres Peristom, *r* Ring.

Verwandtschaftskreisen angehören, geschlossen. Bestimmte Zellschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände bleiben mit der Kapselwand in Zusammenhang und bilden das für die Gattungen charakteristische Peristom (Mundbesatz). Dasselbe besteht bei Tetraphis aus vier derben Zähnen, für die das ganze innere Deckelgewebe verwendet wird; bei den meisten sind es 8, 16 oder 32, welche aus verdickten Zellenwänden bestehen, häufig in zwei Reihen hintereinander (Fig. 140 *C*, *ip*, *ap*; 141 *ip*, *ap*); oder es sind 16 bis 64 Zähne, welche aus hufeisenförmig gekrümmten Fasern zusammengesetzt sind. Nur bei wenigen Gattungen (z. B. Gymnostomum u. a.) fehlt das Peristom vollständig. Die Calyptra

Digitized by Google

wird von der Kapsel mit emporgehoben und als Mütze getragen; dieselbe ist entweder mützenförmig, d. h. bedeckt die Kapsel auf allen Seiten in gleicher Weise (Fig. 142 *c*), oder kapuzenförmig, d. h. auf einer Seite aufgeschlitzt (Fig. 140 *A*, *c*).

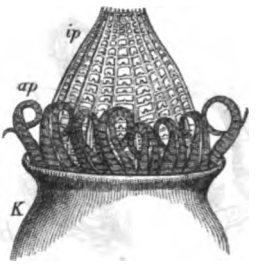


Fig. 141. Mündung der Kapsel von Fontinalis antipyretica (50), *ap* äußeres, *ip* inneres Peristom (nach *Sachs*).

Die fast stets einschichtigen Blätter werden bei vielen Arten von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen.

Die einen Gattungen tragen die weiblichen Blüthen und somit später die Kapseln an der Spitze der Stengel, die anderen auf kurzen Seitenästchen; wenn dieses Verhältnis auch kein wichtiges systematisches Merkmal ist, so erhält man durch dessen Berücksichtigung doch eine Übersicht der zusammengehörigen Formen; man theilt so die Bryinen ein in:

a) Acrocarpeae. Archegonien am Ende der Stengel; die Kapseln erscheinen oft seitenständig, weil Seitenäste sich später entwickeln und das Ende des Hauptstengels zur Seite drängen; die wichtigsten Familien sind:

Fig. 142. Zwei Stengel von Polytrichum formosum (natürl. Gr.). *k* die Kapsel, *s* der Kapselstiel, *c* Calyptra.

Fam. 1. Weisiaceae. Peristom 16 einschichtige Zähne oder fehlend; Blätter einschichtig, mehrzeilig. *Dicranum* scoparium, gemein in Wäldern.

Fam. 2. Leucobryaceae. Peristom wie vorige; Blätter mehrschichtig, im Bau an Sphagnum erinnernd. *Leucobryum* glaucum in polsterförmigen Rasen in Wäldern und Mooren.

Fam. 3. Fissidentaceae. Peristom wie vorige; Blätter zweizeilig mit rückenständiger Lamelle; pleurokarp. *Fissidens* in mehreren Arten.

Fam. 4. Seligeriaceae. Peristomzähne 16, einschichtig; sehr kleine felsenbewohnende Moose.

Fam. 5. Trichostomeae. Peristomzähne 16—32, zweischichtig; Calyptra meist kapuzenförmig. *Barbula* muralis an Mauern, Felsen; die Rasen erscheinen durch die in ein Haar ausgehende Mittelrippe grau. — *Ceratodon* purpureus mit rothem Fruchtstiel, überall gemein, besonders auf Waldschlägen.

Fam. 6. Grimmiaceae. Peristom einfach, doppelt oder fehlend; Calyptra meist mützenförmig. *Grimmia* pulvinata, an Felsen und Mauern in graugrünen Rasen, die Fruchtstiele zurückgekrümmt. — *Orthotrichum* mit kurzgestielten Kapseln, an Bäumen und Felsen.

Fam. 7. Schistostegaceae. *Schistostega*; die unfruchtbaren Stämmchen tragen zweizeilige, der Länge nach inserirte Blätter; das Protonema zeigt eigenthümlichen Glanz, »Leuchtmoos«, in Felsenhöhlen.

Digitized by Google

Fam. 8. Splachnaceae. Kapsel mit langem Halse, aufrecht.

Fam. 9. Funariaceae. Kapsel meist gekrümmt. *Funaria* hygrometrica stellenweise gemein, mit langem, beim Befeuchten und Vertrocknen sich schraubig windendem Fruchtstiel.

Fam. 10. Bryaceae. Kapsel meist übergeneigt. *Bryum*, *Webera* in mehreren Arten, an Wegen u. dgl., *Mnium* mit großen starkgenervten Blättern, in Wäldern.

Fam. 11. Georgiaceae. Peristom vier massive Zähne. — *Tetraphis* pellucida in Gebirgswäldern.

Fam. 12. Polytrichaceae. Peristom 16—64 aus Fasern bestehende Zähne; Blätter oberseits mit Lamellen. — *Polytrichum*, mit lang behaarter Calyptra (Fig. 142), großen, dunkelgrünen Blättern; die stattlichsten unter den einheimischen akrokarpischen Moosen.

Fam. 13. Buxbaumiaceae. Peristom doppelt; inneres eine gefaltete Haut. *Buxbaumia* aphylla mit großer schiefer Kapsel, kaum sichtbaren Stämmchen, selten.

b) Pleurocarpeae. Die Archegonien (und später die Kapseln) stehen seitlich auf besonderen kurzen Ästchen.

Fam 14. Fontinalaceae. *Fontinalis* antipyretica im Wasser fluthend.

Fam. 15. Thuidiaceae. Blätter glanzlos, warzig. *Thuidium* mit regelmäßig fiederförmig verzweigtem Stengel, sehr kleinen angedrückten Blättern.

Fam. 16. Neckeraceae. Blätter glänzend, nicht längsfaltig; Stengel oft verflacht beblättert. *Neckera* crispa mit querrunzeligen Blättern; *Leucodon* sciuroides gemein an Baumstämmen.

Fam. 17. Hypnaceae. Blätter glänzend, oft längsfaltig, Kapsel aufrecht oder übergeneigt. — *Brachythecium* mit kurzer dicker Kapsel, B. rutabulum gemein in Wäldern. — *Eurhynchium* praelongum ebenso, mit langgeschnäbeltem Deckel. — *Hypnum* cupressiforme an Baumstämmen sehr gemein; H. cuspidatum und giganteum in Sümpfen, Gräben. — *Hylocomium* triquetrum gewöhnlich zu Kränzen u. dgl. verwendet, H. splendens mit sehr regelmäßiger Verzweigung, beide sehr häufig in Wäldern.

Dritte Gruppe.

Die Pteridophyten (Gefäßkryptogamen).

Auch in dieser Gruppe findet ein Generationswechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation statt; das Verhältnis der Entwicklung aber, welche hier die beiden Generationen erreichen, ist gerade umgekehrt, wie bei den Bryophyten. Hier ist die aus der Spore erwachsende, Sexualorgane erzeugende Pflanze klein, hinfällig, Prothallium genannt, welches nach Bildung der Sexualorgane und eingetretener Befruchtung zu Grunde geht; die aus der befruchteten Eizelle erwachsende Pflanze hingegen ist in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt geschlossene Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert gewöhnlich viele Jahre hindurch aus und erzeugt in gesetzmäßiger Wiederholung die Sporen, und kann sich selbst auf vegetativem Wege vervielfältigen. Durch diese morphologischen und anatomischen Merkmale treten diese Pflanzen bereits in das Gebiet der Gefäßpflanzen ein; einzelne Ordnungen nehmen die höchste Stelle unter den Kryptogamen in der Weise ein, daß sie, mit

Digitized by Google

der Gruppe der Gymnospermen verglichen, bereits den Übergang zu den Phanerogamen darstellen.

Das Prothallium (Fig. 143) ist bei den meisten Ordnungen ein Thallus, welcher aus der Spore hervorwächst, dieselbe an Größe um das Vielfache übertrifft und außer Wurzelhaaren an bestimmten Stellen die Antheridien (Fig. 143 *an*) und Archegonien (Fig. 143 *ar*) trägt.

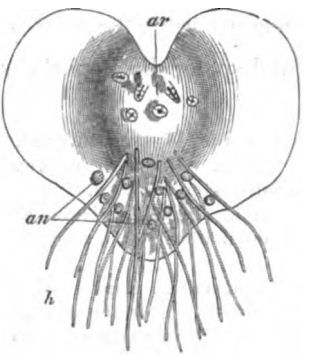


Fig. 143. Prothallium eines Farnkrauts von der Unterseite (10 mal vergr.). *ar* Archegonien. *an* Antheridien, *h* Wurzelhaare.

Fig. 144. Antheridium von Adiantum Capillus Veneris (550); die Spermatozoiden (*s*) treten eben aus; *b* Blase, welche dem Spermatozoid anfänglich anhängt (nach *Sachs*).

Die Antheridien (Fig. 144) ragen hier entweder als halbkugelige oder etwas zylindrische Gewebekörper über die Prothalliumoberfläche vor oder sind in dessen Gewebe eingesenkt. Sie bestehen aus einer einschichtigen Wandung und den Mutterzellen der Spermatozoiden, welch letztere schraubig gewundene, vorne gewöhnlich zahlreiche Cilien tragende Fäden sind (Fig. 144 *s*).

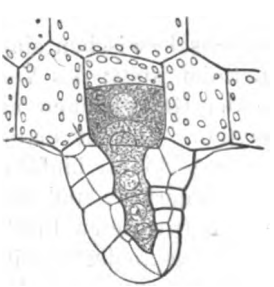


Fig. 145. Archegonium von Pteris serrulata, stark vergrößert, von außen gesehen (nach *Sachs*).

Die Archegonien Fig. 145) sind im allgemeinen ähnlich gebaut, wie bei den Bryophyten, bestehen nämlich aus einem Bauchtheil, welcher aber in das umgebende Gewebe eingesenkt und mit diesem verwachsen ist, und einem kurzen Hals, durch welchen zwei später verschleimende Kanalzellen hindurchgehen zur Eizelle.

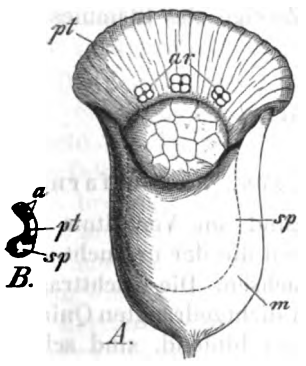
Einige Ordnungen jedoch, nämlich die Hydropteriden, Selaginelleen und Isoëteen, weichen im Bau des Prothalliums erheblich ab; sie bringen nämlich zweierlei Sporen hervor, größere, Makrosporen, und kleinere, Mikrosporen. Diese Ordnungen werden wegen dieser

Digitized by Google

Verschiedenheit der Sporen als heterospor bezeichnet, im Gegensatz zu den isosporen, deren Sporen alle gleichartig sind.

Die Makrospore erzeugt ein weibliches Prothallium (Fig. 146), welches in der Spore selbst gebildet wird und nur wenig aus ihr hervorwächst; es trägt ein oder wenige Archegonien (Fig. 146 *A*, *ar*).

Die Mikrospore erzeugt nur andeutungsweise ein männliches Prothallium, indem sofort oder nach wenigen Zelltheilungen die Spermatozoiden aus ihr hervorgehen (Fig. 146 *B*).



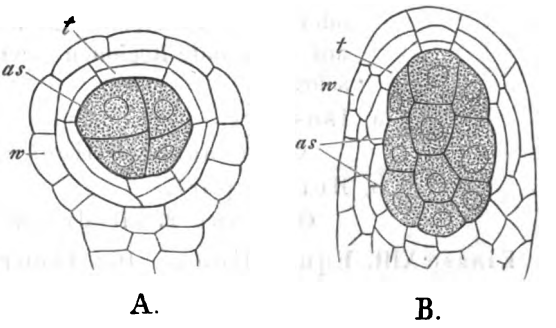


Fig. 147. Junge Sporangien *A* eines Farnkrauts (Mohria), *B* von Equisetum (150). *w* die Wandung, *t* die inneren, später aufgelösten Wandschichten, *as* die Zellen, aus welchen die Sporenmutterzellen hervorgehen.

Fig. 146. Prothallien von Salvinia (60). *A* Makrospore (*sp*) im Makrosporangium (*m*) eingeschlossen, durch die punktirte Linie angedeutet; aus derselben erwächst das weibliche Prothallium *pt* mit drei Archegonien *ar*; *B* eine aus dem Mikrosporangium isolirte Mikrospore (*sp*) mit Prothallium *pt* und dem Antheridium *a*.

Der aus der befruchteten Eizelle entstehende Embryo wird durch die ersten Theilungswände in vier Theile gegliedert: den Fuß, welcher die Befestigung am Prothallium vermittelt, die erste Wurzel, den Stamm und das erste Blatt; er wächst bei allen Ordnungen sofort ohne Unterbrechung zu einer starken Pflanze heran, welche später Sporen bildet.

Die Sporen entstehen in nicht sehr großer Anzahl in den Sporangien. Letztere stehen auf den Blättern oder in den Blattachseln, seltener ohne Blatt an den Zweigen, sind im Verhältnis zur ganzen Pflanze klein und entwickeln sich entweder aus einzelnen Zellen, oder aus Zellkomplexen, welche aus der äußersten Gewebeschicht hervorwachsen. Im ersteren Falle scheidet die betreffende Zelle, das Archesporium, zuerst nach außen die bleibende Wandung des Sporangiums ab (Fig. 147 *A*, *w*), sodann eine weitere sich wieder theilende Wandschicht (Fig. 147 *A*, *t*), welche später wieder aufgelöst wird, und erzeugt schließlich durch mehrmals wiederholte Zweitheilung (Fig. 147 *A*, *as*) die Sporenmutterzellen. Auch in den aus Zellkomplexen entstehenden Sporangien (Fig. 147 *B*) lassen sich die Sporenmutterzellen auf ein einzelliges Archesporium zurückführen.

Durch Viertheilung der sich isolirenden Sporenmutterzellen entstehen

Digitized by Google

die Sporen, welche entweder tetraedrisch oder bohnenförmig gestaltet sind (s. oben S. 47 Fig. 44 *A* und *B*).

Wo zweierlei Sporen vorkommen, sind sie schon in verschiedene Sporangien vertheilt, Makrosporangien mit nur je einer oder vier Makrosporen und Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen.

Die Gruppe der Pteridophyten wird folgendermaßen eingetheilt:

Klasse XII. Filicinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm mächtig entwickelt und tragen die Sporangien (meist einzelligen Ursprungs) fast immer zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite; die fruchtbaren Blätter sind nicht auf bestimmte Regionen oder Zweige des Stammes beschränkt.

a) Isospore.

Ordnung 1. Filices, Farne.

b) Heterospore.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Klasse XIII. Equisetinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm klein, quirlig gestellt, und die der unfruchtbaren Quirle zu je einer Scheide verwachsen. Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen dichtgedrängten Quirlen, eine Blüthe am Ende der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien auf ihrer Unterseite; die Sporangien entstehen als Zellkomplexe. Isospor.

Klasse XIV. Lycopodinae. Die Blätter sind meist klein und wenig entwickelt, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stammes bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer einzeln in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

a) Isospore.

Ordnung 1. Lycopodiaceae. Sporangien in der Achsel von Blättern.

Ordnung 2. Psilotaceae. Sporangien an blattlosen Zweigen.

b) Heterospore.

Ordnung 3. Selaginelleae. Der stark in die Länge wachsende Stamm trägt zahlreiche kleine Blätter; die Sporangien stehen in der Blattachsel, zuweilen etwas auf dem Stamm hinaufgerückt.

Ordnung 4. Isoëteae. Der kurze Stamm trägt lange unverzweigte Blätter; die Sporangien stehen auf der Blattoberseite.

Digitized by Google

Klasse XII.

Filicinae.

Die Sporangien stehen zumeist zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite der Blätter; die fruchtbaren Blätter bilden keine besondere Region des Stengels.

Ordnung 1. Filices, Farne.

Die Sporen sind alle gleich und erzeugen große selbständige Prothallien.

Das Prothallium ist fast stets oberirdisch, chlorophyllreich (Fig. 143 und 148) und entsteht aus der Spore anfänglich in Form eines Zellfadens, wird aber später meist zu einer breiten, am vorderen Ende herzförmig ausgeschnittenen Fläche, welche mit Ausnahme der die Archegonien tragenden Region einschichtig bleibt. Diese liegt an den herzförmigen Prothallien nahe dem vorderen Rande hinter dem Ausschnitte (Fig. 143 *ar*). Die Antheridien stehen theils am Rande, theils am hinteren Ende zwischen den Wurzelhaaren der Unterseite (Fig. 143 *an*) und ragen als halbkugelige Gewebekörper vor.

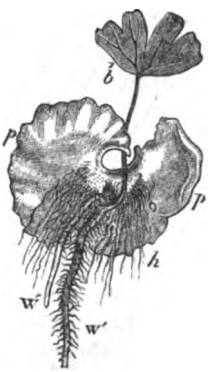


Fig. 148. Prothallium (*p*) von Adiantum Capillus Veneris, von unten gesehen; daran die aus einer befruchteten Eizelle erwachsene Pflanze mit Blatt (*b*) und Wurzeln (*w' w''*); *h* Wurzelhaare des Prothalliums (etwa dreimal vergr.) (nach *Sachs*).

Der Stamm ist meist ein kräftiges unterirdisches wagerechtes oder schräges Rhizom; nur unter den Tropen finden sich baumartige Farne mit hohen aufrechten Stämmen. Die Blattstellung ist entweder multilateral, bilateral oder dorsiventral. In ersterem Falle stehen die Blätter meistens dicht gedrängt und bilden am Ende des Stammes eine allseitig ausgebreitete Krone, während die älteren Stammtheile von den abgestorbenen Blattresten dicht bedeckt sind, so bei den Baumfarnen, bei vielen einheimischen, wie Aspidium Filix mas. Die Verzweigung dieser Stämme ist relativ selten. In einigen Fällen sind jedoch durch Streckung der Internodien die allseitig entspringenden Blätter auseinander gerückt, so bei Nephrodium calcareum und Dryopteris; die Seitenzweige entspringen hier in den Blattachseln. Bilateral, d. h. zweizeilig beblättert sind z. B. die horizontal kriechenden Rhizome von Pteridium aquilinum, deren Blätter rechts und links stehen und auf dem Rücken ihrer Basis die Seitenzweige des Stammes tragen. Die dorsiventral beblätterten Stämme tragen in der Regel zwei einander genäherte Blattzeilen auf dem Rücken, die Seitenzweige in zwei seitlichen, diametral gegenüberliegenden Zeilen, die Wurzeln auf der Bauchseite, z. B. Polypodium vulgare. Die Blattspreite ist gewöhnlich reich verzweigt und im

Digitized by Google

Knospenzustande schneckenförmig nach vorne eingerollt. — Die Haare sind seltener Zellreihen, häufiger auffallend breit und groß und hüllen dann die jungen Blätter und Stammtheile oft vollständig ein; diese breiten Haare werden Spreuschuppen (pili paleacei) genannt. — Die Wurzeln entspringen an den von den Blättern dicht besetzten Stämmen, z. B. Aspidium filix mas, gewöhnlich aus den Blattstielen; an den Stämmen der Baumfarne bilden sie eine dichte verfilzte Umhüllung, welche an Mächtigkeit den Durchmesser des Stammes selbst übertrifft.

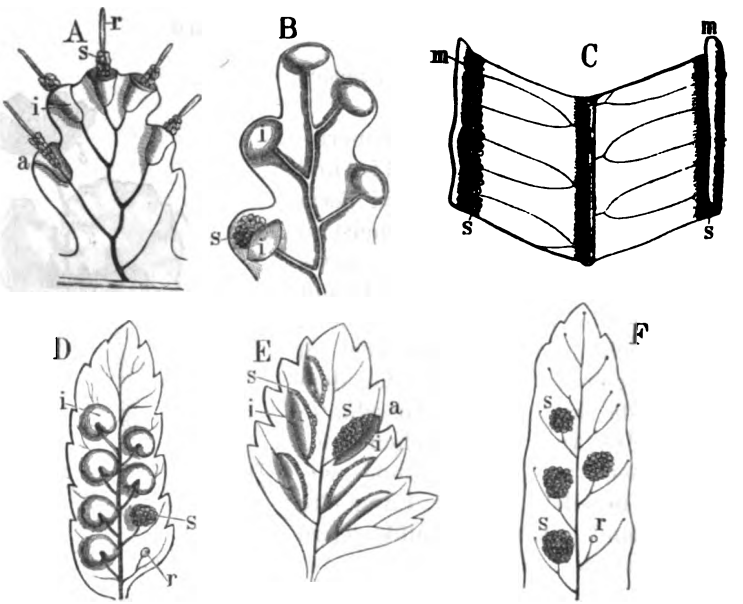


Fig. 149. Sori der wichtigsten Farngruppen, sämmtlich von der Unterseite. *A* Fiederchen von Ptilophyllum sinuosum, einer Hymenophyllacee; *r* Receptaculum, *s* Sporangien, *i* Indusium; bei *a* ist die eine Hälfte des Indusiums hinweggenommen. *B* Fiederchen von Davallia; bei *s* ist das unterseitige Indusium (*i*) zurückgeschlagen; die oberseitige Hälfte ist zum Blattrand geworden. *C* Stück des Blattes von Pteris serrulata; *s* die Sporangien, *m* der umgeschlagene Blattrand. *D* Lacinie von Aspidium; bei *s* ist das Indusium, bei *r* auch die Sporangien entfernt. *E* Lacinie eines Asplenium; bei *a* ist das Indusium zurückgeschlagen. *F* Fieder von Polypodium vulgare; bei *r* sind die Sporangien entfernt (sämmtlich etwa 3—6 mal vergrößert).

Die Blattstiele sowie die Rippen und Nerven der Blätter werden von je einem oder mehreren Fibrovasalsträngen durchzogen, welche entweder kollateral, bikollateral oder konzentrisch gebaut sind; dieselben vereinigen sich im Stamm entweder zu einem axilen Strang oder meist zu einer netzförmig durchbrochenen Röhre. Im Stranggewebe finden sich außer parenchymatischen Elementen fast nur sehr lange Spiral- und Treppentracheiden, sowie Siebröhren. Das Grundgewebe ist oft sklerenchymatisch ausgebildet, insbesondere in den schon äußerlich schwarz oder braun aussehenden Partien.

Die Sporenbildung kommt ausschließlich den Blättern zu und zwar erfahren dieselben dadurch nur selten eine weitgehende Metamor-

Digitized by Google

phose. In sehr vielen Fällen sind die fruchttragenden Blätter von den unfruchtbaren im übrigen gar nicht verschieden; wo eine Verschiedenheit sich geltend macht, besteht sie fast nur darin, daß die fruchttragenden Blätter oder Blattheile wenig oder gar kein Mesophyll entwickeln. Die fruchttragenden Blätter sind niemals zu einer besonderen abgegrenzten Region des Stengels vereinigt, geschweige denn auf besondere Zweige beschränkt, sondern der Stamm trägt anfangs in seiner Jugend nur unfruchtbare, später zwischen diesen periodisch auch fruchtbare oder lauter fruchtbare Blätter.

Sori oder Fruchthaufen heißen die Gruppen von Sporangien welche in gesetzmäßiger Beziehung zu den Blattnerven stehen. Ihre Gestalt und Anordnung ist für die Gattungen und auch höhere systematische Einheiten charakteristisch. Bei manchen Gattungen (z. B. allen Hymenophyllaceen Fig. 149 *A*, Dennstaedtia, Davallia) nimmt der Sorus das Ende gewisser Nerven am Blattrande ein und besteht aus zwei Theilen, einem zentralen Träger der Sporangien, dem Receptaculum (Fig. 149 *A*, *r*) von verlängerter, fadenförmiger oder kurzer polsterförmiger Gestalt, und einer becherförmigen, bisweilen tief zweilippigen Hülle, dem Indusium (Fig. 149 *A*, *i*). Bei den meisten Farnen ist aber der Sorus vom Rande auf die Unterseite des Blattes hereingerückt; das Indusium erscheint hier nur noch als einseitige Bedeckung des sporangientragenden Receptaculums (Fig. 149 *B*, *D*, *E*); es wird hier als Schleierchen bezeichnet und besitzt eine nach den Gattungen verschiedene Gestalt. Die der Blattoberseite entsprechende Hälfte des ursprünglich becherförmigen Indusiums ist in der Blattfläche aufgegangen (s. den Übergang in Fig. 149 *B*). Bei manchen Gattungen ist das Indusium vollständig verloren gegangen; der Sorus heißt dann nackt (Fig. 149 *F*). Viele Farne tragen längs des Blattrandes eine kontinuirliche Reihe von Sporangien, welche durch seitliche Verschmelzung der dichtgestellten Sori entstanden gedacht werden kann. Das unterseitige Indusium geht hier meist ganz verloren; der Blattrand bedeckt als sog. unechtes Indusium die Sporangien (Fig. 149 *C*). Endlich giebt es auch Farne, bei welchen die Sporangien, ohne Sori zu bilden, über die ganze Unterfläche des Blattes, Nerven sammt Mesophyll bedeckend, zerstreut sind. — Als Paraphysen werden Haarbildungen bezeichnet, welche das Receptaculum bisweilen zwischen den Sporangien trägt.

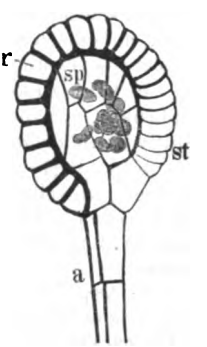


Fig. 150. Sporangium einer Polypodiacee (300). *a* der Stiel, *r* der Ring, welcher bei *st*, dem Stomium, aufhört; an letzterer Stelle erfolgt das Aufspringen der Sporangienwandung. Von den eingeschlossenen Sporen *sp* sind der Deutlichkeit halber nur wenige gezeichnet.

Das Sporangium ist eine gestielte (Fig. 150), seltener sitzende Kapsel mit einschichtiger Wandung. Die Sporen entstehen immer durch wiederholte Theilungen einer einzigen, das Zentrum des jungen Sporangiums einnehmenden Zelle. Nur bei wenigen Familien entwickelt sich das Sporangium als umfangreicher Zellkomplex, meistens aus

Digitized by Google

einer einzigen Mutterzelle. Zu der Art des Aufspringens des Sporangiums stehen eigenthümlich ausgebildete, stärker verdickte Zellen der Wandung in Beziehung, welche einen vollständig geschlossenen oder unvollständig geschlossenen (Fig. 150 *r*) Ring, oder auch eine anders geformte Gruppe (Fig. 151 *r*) bilden, dann aber ebenfalls als Ring (annulus) bezeichnet werden. Die Ausbildung des Ringes ist für die Charakteristik der Familien von Wichtigkeit.

Die Ordnung der Farne umfaßt folgende acht Familien, von welchen einige ausschließlich den Tropenregionen angehören, wo auch die übrigen bei uns vertretenen ihre reichste Entwickelung finden:

Fam. 1. Hymenophyllaceae. Enthält die einfachst gebauten Formen; das Mesophyll ist fast stets einschichtig, der Sorus immer randständig (Fig. 149 *A*), der Ring der sitzenden oder kurzgestielten Sporangien vollständig. Das Prothallium läßt eine an das Protonema der Moose erinnernde Gliederung erkennen.

Fast sämmtliche Arten kommen in den Tropen vor; nur *Trichomanes* speciosum und *Hymenophyllum* tunbridgense finden sich auch in Europa (England, Frankreich).

Fam. 2. Polypodiaceae. Der Ring des gestielten Sporangiums Fig. 150) ist unvollständig, d. h. an der Basis nicht geschlossen. Zu dieser außerordentlich artenreichen Familie gehören fast sämmtliche bei uns einheimischen Farnkräuter.

Die wichtigsten Unterfamilien sind:

a) Lonchitideae. Haare aus Zellreihen bestehend; Sori randständig, mit Indusium, öfters in eine Linie zusammenfließend. *Pteridium* aquilinum, Adlerfarn; der Stamm kriecht tief in der Erde und treibt jährlich nur ein großes vielfach zertheiltes Blatt, auf dessen Stielquerschnitt die Fibrovasalstränge eine charakteristische, ungefähr einem Doppeladler gleichende Figur bilden.

b) Pterideae. Haare aus Zellflächen bestehend; Sori nahe dem Rande, ohne Indusium, oft zusammenfließend (Fig. 149 *C*). *Pteris* cretica und P. serrulata häufig kultivirt; *Adiantum* Capillus Veneris, Frauenhaar u. a.

c) Aspidieae. Sori unterseits, rundlich, mit schild- oder nierenförmigem Indusium, zuweilen nackt. *Aspidium* Filix mas, Wurmfarn, mit reicher Blattkrone, nicht selten in Wäldern; *Nephrodium* mit vergänglichem oder ohne Schleier; hierher auch N. Robertianum, Dryopteris (früher *Phegopteris* genannt) mit gestreckten Internodien.

d) Asplenieae. Sori randständig mit seitlichen Strängen (*Davallia*) oder unterseits, länglich bis linienförmig mit seitlichem Indusium. *Asplenium* Ruta muraria sehr gemein an Mauern, Felsen, A. Trichomanes mit einfach gefiedertem Blatt, schwarzer Spindel. — *Athyrium* Filix femina, häufig in Wäldern. — *Scolopendrium* vulgare, Hirschzunge, mit ungetheilten Blättern, in Gebirgswäldern.

e) Polypodieae. Der Sorus unterseits, nackt (Fig. 149 *C*). Die abgestorbenen Blätter trennen sich vom Rhizom vollständig mit Hinterlassung einer rundlichen Narbe; die Blätter stehen meist zweizeilig auf dem Rücken des kriechenden Rhizoms; Stränge der Blätter von dunkler Scheide umgeben. *Polypodium* vulgare, Engelsüß, mit einfach fiedertheiligen Blättern, an Baumstrünken und Felsen nicht selten.

Offizinell: Rhizoma Filicis von Aspidium Filix mas.

Fam. 3. Cyatheaceae. Von voriger nur durch den an der Basis geschlossenen Ring des Sporangiums verschieden.

Digitized by Google

Hierher gehören die Baumfarne; *Cibotium*, *Balantium* mit randständigem Sorus und becherförmigem Indusium, *Cyathea* und *Alsophila* mit unterseitigem Sorus.

Fam. 4. Gleicheniaceae und

Fam. 5. Schizaeaceae fast nur in den Tropen.

Bemerkenswerth ist *Lygodium*, dessen gefiederte Blätter eine außerordentliche Länge erreichen und mit ihrer Mittelrippe sich um Stützen winden.

Fam. 6. Marattiaceae. Die Sporangien je eines Sorus sind unter sich verwachsen und entwickeln sich als Zellkomplexe. Die Blätter, meist von riesigen Dimensionen, tragen an der Basis mächtige Stipulae.

Marattia, *Kaulfussia*, *Angiopteris*, *Danaea* kommen in den Tropen vor.

Fam. 7. Osmundaceae. Die kurzgestielten Sporangien (Fig. 151 *B*) besitzen statt des Ringes eine eigenthümliche Zellgruppe (Fig. 151 *B*, *r*) unter dem Scheitel und springen an der dieser gegenüberliegenden Seite mit einer Längsspalte auf.

Osmunda regalis kommt, wiewohl selten, auch in Deutschland vor. Nur die obersten Fiedern des Blattes sind fruchtbar und entwickeln kein oder nur wenig Mesophyll. Die Sporangien sitzen ohne Indusium in Gruppen am Rande der fertilen Fiederchen.

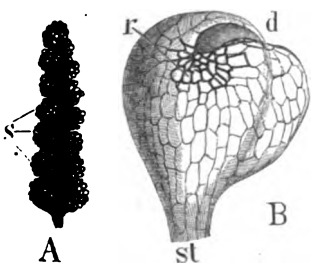


Fig. 151. Osmunda regalis. *A* fertiles Fiederchen mit den randständigen Sporangiengruppen *s*; an der Basis ist noch etwas Mesophyll entwickelt (natürl. Gr.). *B* ein einzelnes Sporangium (200), *st* der kurze Stiel, *r* der Ring, *d* die Längsspalte.

Fig. 152. Botrychium Lunaria (nat. Gr.), *st* Stamm, *w* Wurzeln; *bs* Blattstiel; *b* steriler, *f* fruchtbarer Zweig des Blattes (nach *Sachs*).

Fam. 8. Ophioglosseae. Diese Familie entfernt sich am meisten von den übrigen Farnen, schließt sich aber in mehrfacher Beziehung an die vorigen Familien an. Das Prothallium ist nicht flächenartig, chlorophyllreich, sondern ein unterirdischer Gewebekörper. Der Stamm der sporenbildenden Pflanze bleibt stets kurz und bei den einheimischen Arten unterirdisch; er trägt immer nur ein oder wenige gleichzeitig entwickelte oberirdische Blätter. Die in den nächsten Jahren zur Entfaltung gelangenden

Digitized by Google

Blätter findet man von der scheidigen Basis des ausgewachsenen Blattes oder einer besonderen Hülle umschlossen am Stammende. Die fruchtbaren Blätter unterscheiden sich von den unfruchtbaren dadurch, daß aus der Oberseite des Blattstiels eine ungetheilte (Ophioglossum) oder weiter verzweigte (Botrychium, Fig. 152 *f*) Auszweigung entspringt, welche die großen randständigen Sporangien trägt. Letztere entwickeln sich als Zellkomplexe, bei Ophioglossum eingesenkt ins Blattgewebe, und besitzen keinen Ring.

Ophioglossum vulgatum mit ungetheilter zungenförmiger Blattspreite und linealischer ungetheilter fruchtbarer Auszweigung, kommt in Deutschland ziemlich selten vor. — Etwas häufiger ist, besonders in Gebirgen, *Botrychium* Lunaria (Fig. 152) mit gefiederter Blattspreite und rispenartiger fruchtbarer Auszweigung.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporangien enthalten je eine Makrospore, die Mikrosporangien zahlreiche Mikrosporen; die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore hervor.

Fam. 1. Salviniaceae. Das männliche Prothallium ist ein aus der Mikrospore hervorwachsender Schlauch, an dessen vorderem Ende in zwei Zellen, dem rudimentären Antheridium, die Spermatozoiden gebildet werden. Das weibliche Prothallium tritt nur wenig aus der Spore hervor (Fig. 146).

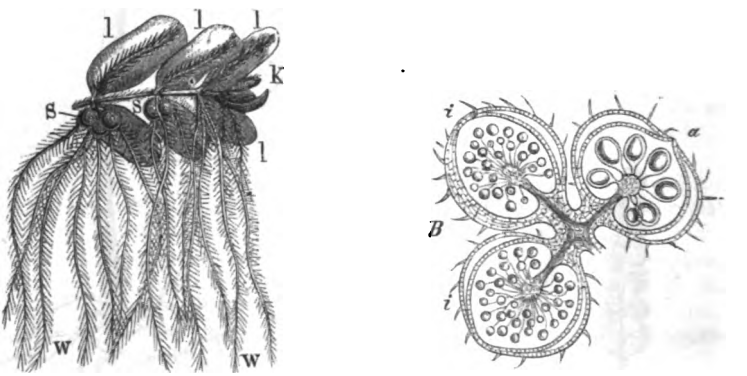


Fig. 153. Stammende von Salvinia natans, schräg von unten gesehen (natürl. Gr.). *lll* Luftblätter, *w w* Wasserblätter mit den Sori *s s*; *k* Terminalknospe des Stammes. *B* Längsschnitt durch drei fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes (10); *i i* zwei Früchte mit Mikrosporangien, *a* eine mit Makrosporangien (nach *Sachs*).

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze von Salvinia schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und trägt auf der oberen Seite vier Reihen grüne, flach ausgebreitete Luftblätter (Fig. 153 *l*), auf der unteren zwei Reihen fein zertheilter Wasserblätter (Fig. 153 *w*), welche derart zu Quirlen angeordnet sind, daß immer ein Wasserblatt und zwei Luftblätter einen Quirl bilden. Wurzeln fehlen vollständig. Die Sori stehen an den Wasserblättern (Fig. 153 *s*); jeder einzelne Sorus wird von einem dicken Indusium vollständig umschlossen und hat einen Durchmesser von etwa 5 mm; auf

Digitized by Google

dem säulenartigen Receptaculum stehen im Innern dieser sog. Frucht die Sporangien; in den einen Sori zahlreiche, langgestielte Mikrosporangien (Fig. 153 *B*, *i*, *i*), in den anderen weniger zahlreiche, kurzgestielte Makrosporangien (Fig. 153 *B*, *a*).

Salvinia natans kommt stellenweise häufig in Deutschland vor. — *Azolla* in Nordamerika und Ostindien, vom Ansehen einer Jungermanniacee.

Fam. 2. Marsiliaceae mit zwei Gattungen: Marsilia und Pilularia. Beiderlei Prothallien erfahren noch geringere Entwickelung als bei Salvinia.

Der dorsiventrale Stamm von Marsilia (Fig. 154) kriecht auf dem Grunde des Wassers und trägt oberseits zwei Reihen langgestielter Blätter mit viertheiliger Spreite. Die Unterseite des Stammes bildet nur Wurzeln. Die fruchtbaren Blätter sind über ihrer Basis verzweigt; der eine Zweig gleicht den sterilen Blättern völlig, der andere aber stellt eine bohnenähnliche Frucht vor (Fig. 154 *f*), in deren Innerem mehrere Sori von dünnen Indusien umschlossen enthalten sind. Diese Frucht besteht ähnlich wie die der Phanerogamen aus einem zusammengeschlagenen Blatt; die Sporangien entstehen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Innenfläche der Fruchtwand. In jedem Sorus stehen sowohl Makro- als Mikrosporangien.

Marsilia quadrifolia kommt hier und da bei uns vor, zahlreiche andere, sehr ähnliche Arten in wärmeren Klimaten.

Pilularia globulifera, mit schmalen spreitenlosen Blättern, hat im übrigen viel Ähnlichkeit mit Marsilia.

Fig. 154. Marsilia salvatrix (½ der natürl. Gr.), *k* Stammende, *b* Blätter, *f* die Früchte, bei *x* aus den Blattstielen entspringend (nach *Sachs*).

Klasse III.

Equisetinae.

Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen Quirlen, eine ährenförmige Blüthe am Gipfel der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien, welche als Zellkomplexe entstehen, auf ihrer Unterseite. Die Sporen sind alle gleich.

Digitized by Google

Die Klasse enthält nur eine Gattung, Equisetum, Schachtelhalm.

Das Prothallium ist reich verzweigt, kraus und trägt die Antheridien und Archegonien an den Enden der Lappen.

Die sporenbildende Pflanze besteht aus unterirdischen farblosen Sprossen, welche jährlich grüne Sprosse, die meist von nur einjähriger Lebensdauer sind, über die Erde hervortreiben. Statt der Blätter stehen an den Knoten zwischen den langen Internodien vielzähnige, ringsum geschlossene Scheiden (Fig. 155 *A*, *v*). Die Oberfläche der oberirdischen Internodien ist gewöhnlich nicht glatt, sondern mit regelmäßig abwechselnden, längs verlaufenden Erhabenheiten (Riefen) und Vertiefungen (Rillen) ausgestattet (Fig. 155 *B*); jede Riefe entspricht einem Zahn der nächstoberen Scheide. Diese äußere Beschaffenheit des Stengels steht im engsten Zusammenhange mit dem anatomischen Bau. Die Fibrovasalstränge von kollateralem Bau sind in einen Kreis geordnet (Fig. 155 *B*, *s*); jeder Strang besitzt eine durch Zerreißen der Ringgefäße entstandene Höhlung (*k*); da die Fibrovasalstränge auf denselben Radien wie die Riefen der Oberfläche liegen, hat man diese Höhlungen als Kantenlücken bezeichnet. Das Rindengewebe besitzt ebenfalls große Hohlräume, die vor den Rillen liegen (Fig. 155 *B*, *f*), daher Furchenlücken genannt; auch das Mark wird durch einen großen Luftraum, die Centralhöhle (Fig. 155 *B*, *c*), ersetzt. Die Äste entspringen an der Basis der Scheide zwischen den Zähnen und sind dem Hauptsproß gleich gebaut. — Die Zellwände der Epidermis sind stark mit Kieselsäure inkrustirt.

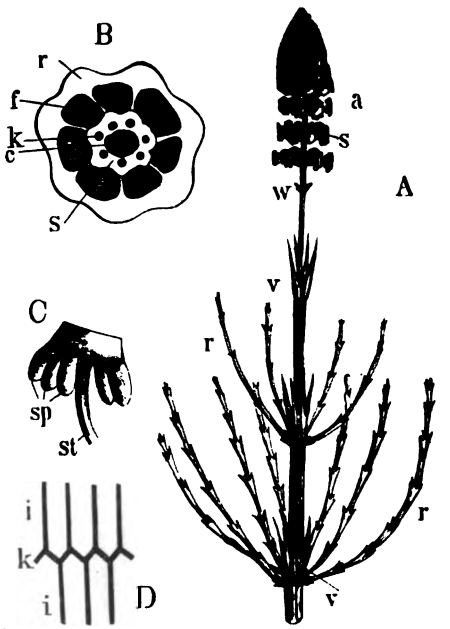


Fig. 155. *A* Oberer Theil eines blühenden Stengels von Equisetum palustre. *v* Blattscheiden, unter ihnen entspringen die Äste *r*; *w* oberste sterile Blattscheide. *a* die Blüthe, *s* die schildförmigen fruchtbaren Blätter. *B* Querschnitt eines Stengels derselben Pflanze (6 mal vergr.). *c* Centralhöhle; *s* die in einen Kreis gestellten Fibrovasalstränge; jeder davon mit einer Höhlung *k*; *f* die unter den Rillen liegenden Höhlungen; *r* die Riefen. *C* Sporangientragender Schild (10 mal vergr.), *st* der Stiel, *sp* Sporangien. *D* Schema des Strangverlaufs an der Grenze zweier Internodien *ii*; *k* der Knoten.

Die fruchtbaren Sprosse endigen mit einer Blüthe, deren sporangientragende Blätter die Form von Schildern besitzen (Fig. 149 *A*). Diese Schilder stehen in zahlreichen Quirlen, sind gestielt und tragen nach innen gekehrt die Sporangien in Form von Säcken, die sich durch Risse nach innen öffnen (Fig. 154 *C*, *sp*). Die Exine der Sporen besteht aus zwei Schichten; die äußere, welche mit der inneren nur an einem Punkte zusammenhängt,

Digitized by Google

wird durch schraubenlinig verlaufende Risse in zwei Schraubenbänder aufgeschlitzt, welche sich beim Austrocknen kreuzförmig auseinander schlagen, beim Befeuchten wieder zusammenrollen.

Die verschiedenen Arten von *Equisetum* bewohnen sämmtlich feuchte Standorte, Sümpfe, feuchte Äcker und Wälder. Während einige tropische Arten eine enorme Höhe (mit verhältnismäßig geringer Dicke) erreichen und die vorweltlichen Formen riesige Dimensionen besaßen, erreichen unsere einheimischen höchstens die Höhe von einigen Fußen bei einer Dicke von etwa $^1/_2$ Zoll. Bei E. arvense und E. maximum sind die fruchtbaren Sprosse, welche im Frühjahre vor den grünen sterilen erscheinen, chlorophyllfrei und unverzweigt; E. palustre (Fig. 155), limosum, hiemale u. s. w. tragen die Blüthen auf dem Gipfel der gewöhnlichen grünen, verzweigten oder unverzweigten Sprosse; bei E. silvaticum endlich erzeugen die fruchtbaren Sprosse, welche bis zur Sporenreife den chlorophyllfreien von arvense ganz ähnlich sind, nachher grüne Seitenzweige, wodurch sie den sterilen fast gleich werden.

Klasse XIV.

Lycopodinae.

Die Blätter sind meist klein, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stengels bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

Ordnung 1. Lycopodieae.

Die Sporen sind alle gleichartig, die Prothallien groß, selbständig. Die Sporangien sind Auswüchse der Blattbasis und stehen in der Blattachsel. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche, verhältnismäßig kurze Blätter.

Das Prothallium von Lycopodium anotinum ist ein umfangreicher unterirdischer Gewebekörper, welcher Archegonien und eingesenkt die Antheridien trägt, jenes des tropischen L. cernuum hingegen chlorophyllhaltig.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze wächst stark in die Länge, kriecht meist am Boden hin und verzweigt sich anscheinend dichotomisch in verschiedenen Ebenen. Die Internodien sind kurz, die einnervigen Blätter stehen dicht gedrängt in zerstreut spiraliger oder decussirter Anordnung; in letzterem Fall sind die Stengel häufig plattgedrückt und dadurch die Blätter der breiten Seiten von etwas anderer Gestalt, als die an den Kanten stehenden. Die Wurzeln sind dichotomisch verzweigt. Der Fibrovasalstrang des Stammes ist radiär gebaut.

Die Sporangien entstehen im Gewebe der fruchtbaren Blätter und wölben sich nach außen. Die fruchtbaren Blätter sind bei einigen Arten (z. B. L. Selago) den sterilen ganz gleichgestaltet, bei den anderen davon

Digitized by Google

verschieden, nicht grün und bilden dann auch Blüthen, welche bei L. clavatum auf besonderen kurzbeblätterten Stielen stehen (Fig. 156 *s*).

Lycopodium clavatum und anotinum sind die in unseren Wäldern häufigsten Arten.

Offizinell: Lycopodium, d. h. die Sporen von Lycopodium clavatum.

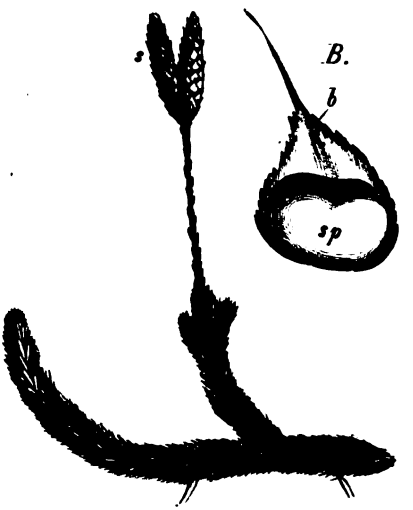


Fig. 156. Stück von Lycopodium clavatum, etwas verkleinert, *s* die Blüthen. *B* ein abgelöstes Blatt (*b*) der Blüthe mit einem aufgesprungenen Sporangium (*sp*) in der Achsel (10).

Fig. 157. Selaginella helvetica (natürl. Gr.). *s* der aufrechte fruchttragende Sproß, Blüthe, mit den Sporangien in den Blattachseln. An den niederliegenden sterilen Sprossen sind die Blätter der Unterseite (*u*) größer, die der Oberseite (*o*) kleiner.

Ordnung 2. Psilotaceae.

Die Blüthen stehen seitlich und bestehen nur aus wenigen Sporangien ohne Blätter. — *Tmesipteris* und *Psilotum* in den Tropen und Neu-Holland.

Ordnung 3. Selaginelleae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen sind zu je vieren in einem Makrosporangium, die Mikrosporen zahlreich im Mikrosporangium enthalten; beiderlei Sporangien stehen in der Blattachsel. Die Prothallien sind klein und ragen aus der Spore nur wenig vor. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche kurze Blätter.

Die Gattung Selaginella hat äußerlich einige Ähnlichkeit mit den Lycopodien; der Stengel verzweigt sich anscheinend dichotomisch immer in einer Ebene und bildet öfters komplizirte Verzweigungssysteme; er kriecht bei einigen Arten am Boden hin, bei anderen ist er aufrecht, selbst strauchartig. Die Internodien sind kurz und tragen einnervige kurze, oft rundliche Blätter, welche meist in vier Reihen stehen und auf den beiden Seiten des Stammes verschiedene Form haben, derart, daß von den decussirten Blattpaaren jedes aus einem größeren Unterblatt (Fig. 157 *u*) und einem kleineren Oberblatt (*o*) besteht. An der Basis des Blattes steht eine

Digitized by Google

kleine häutige Ligula. Die Wurzeln verzweigen sich dichotomisch in sich kreuzenden Ebenen.

Die Sporangien stehen einzeln in der Achsel der fruchtbaren Blätter, welche meist in der Form etwas von den sterilen verschieden und zu einer Blüthe zusammengestellt sind; gewöhnlich nehmen sowohl die Mikrosporangien, als die Makrosporangien je eine zusammenhängende Region der Blüthe ein; da jedes Blatt in seiner Achsel nur ein einziges Sporangium trägt, welches entweder ein (weibliches) Makrosporangium oder ein (männliches) Mikrosporangium ist, so kann man also hier weibliche und männliche Blätter unterscheiden. Sehr häufig stehen die männlichen Blätter weiter oben in der Blüthe, als die weiblichen. Die Makrosporangien enthalten je vier Makrosporen, indem von den zahlreichen Mutterzellen nur eine sich theilt in vier Tochterzellen, welche zu den Makrosporen heranwachsen.

In der Makrospore bildet sich schon während der Reife unter dem Scheitel das Prothallium, welches später nach der Aussaat aus dem an den drei Kanten aufreißenden Scheitel hervorragt und hier ein oder mehrere Archegonien trägt.

In der Mikrospore wird das Prothallium angedeutet, indem eine sich weiter nicht verändernde Zelle abgeschieden wird, während in der andern durch wiederholte Theilungen die Mutterzellen der Spermatozoiden gebildet werden.

Selaginella helvetica mit kriechendem bilateralem Stengel wächst in Gebirgsgegenden häufig an Mauern, auf der Erde. — S. Kraussiana wird häufig kultivirt. — S. spinulosa mit mehrreihig beblättertem Stengel kommt ebenfalls in Gebirgen vor und hat ganz das Aussehen eines kleinen Lycopodium.

Ordnung 4. Isoëteae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen finden sich zahlreich in den Makrosporangien. Beiderlei Sporangien stehen an der Oberseite der Blätter nahe an deren Basis. Die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore vor. Der Stamm bleibt kurz und trägt zahlreiche lange Blätter.

Die Gattung Isoëtes enthält Wasserpflanzen, welche am Grunde von Seen u. dgl. leben. Der Stamm ist kurz; an zwei oder drei Längslinien desselben bilden sich durch Vermehrung des Rindengewebes weit hervorstehende Flügel, zwischen welchen die Wurzeln hervorbrechen. Die zahlreichen Blätter haben eine entwickelte Scheide, von welcher die lange schmale Spreite durch eine Grube getrennt ist. Am Rande dieser Grube steht eine Ligula.

Die Sporangien sind in eine Vertiefung der Blattscheide eingesenkt; die Makrosporangien finden sich an den äußeren, die Mikrosporangien an den inneren Blättern. Beiderlei Sporangien werden von Zellfäden zwischen den Sporen durchzogen.

Die Entwickelung der Prothallien ist ähnlich wie bei Selaginella.

Isoëtes lacustris und andere Arten kommen in kalkarmen Seen auch in Deutschland vor.

Digitized by Google

Ordnung 5. Lepidodendreae.

Ausgestorbene Pflanzen, welche in der Steinkohlenperiode als mächtige Bäume vegetirten; aus den erhaltenen Überresten ergiebt sich, daß ihr vegetativer Bau mit den Lycopodien übereinstimmt, daß sie aber Makro- und Mikrosporen besaßen.

Vierte Gruppe.

Die Gymnospermen.

Wie bei den Pteridophyten ist auch hier die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert viele Jahre aus und erzeugt in gesetzmäßiger Wiederholung Sporen. Allein die von diesen Sporen gebildeten Prothallien treten nicht als selbständige, getrennt lebende Pflanzen auf, sondern die Befruchtung vollzieht sich, in unten näher zu besprechender Weise, auf der sporenbildenden Pflanze selbst; erst der durch die Befruchtung entstandene Embryo wird, eingeschlossen im Samen, von der Mutterpflanze abgeworfen; der Generationswechsel ist in der Samenbildung versteckt. Dadurch gehören die Gymnospermen der höchstentwickelten Stufe des Pflanzenreichs, den Samenpflanzen, Phanerogamen, an, verknüpfen diese aber durch die noch deutlich vorhandenen Prothallien und Archegonien, sowie andere Merkmale mit den höchstentwickelten Kryptogamen, den heterosporen Pteridophyten.

Mit einer einzigen, unten zu erwähnenden Ausnahme haben alle Gymnospermen Blüthen, d. h. ihre sporangientragenden Blätter, von anderer Gestalt als die Laubblätter, sind nächst der Spitze eines begrenzten Sprosses zusammengestellt. Da die Sporangien hier gleich die Sexualorgane bilden, so kann man für die Gymnospermen sowie die Phanerogamen überhaupt die Blüthe definiren als einen begrenzten Sproß, dessen Blätter die Sexualorgane tragen. Die Sporangien sind stets von zweierlei Art, männliche Mikrosporangien und weibliche Makrosporangien; dieselben sind stets, nicht bloß wie bei Selaginella und Isoëtes, auf verschiedene Blätter, sondern auch auf verschiedene Blüthen vertheilt; wir unterscheiden daher hier nicht allein männliche und weibliche Blätter, sondern auch männliche und weibliche Blüthen. Häufig stehen dieselben auf dem gleichen Individuum, dasselbe ist sonach monöcisch; es giebt aber auch diöcische Gymnospermen, so die Cycadeen, unter den Coniferen Taxus, Juniperus u. a.

Die männlichen Blätter, Staubblätter genannt, tragen in verschiedener Anzahl und Anordnung die Mikrosporangien, hier Pollensäcke genannt (Fig. 158 *A*, *a*). In diesen Pollensäcken entstehen genau in derselben Weise wie bei den Pteridophyten die Mikrosporen, hier Pollenkörner, Blüthenstaub, genannt, und werden durch das Aufspringen der Pollensäcke entleert. Wie bei den Pteridophyten wird auch hier ein

Digitized by Google

aus einer oder wenigen Zellen bestehendes rudimentäres Prothallium (Fig. 158 *B*, *y*) in den Mikrosporen angedeutet; in der Entwickelung des übrigen Theiles aber zeigt sich eine erhebliche Differenz. Während bei den Pteridophyten in einem Antheridium Spermatozoiden erzeugt werden, wächst hier die größte Zelle des Pollenkorns unter geeigneten Bedingungen zum Pollenschlauch aus, wobei die Exine aufgerissen, abgestreift oder durchbohrt wird. In diesem Pollenschlauch werden keine Spermatozoiden gebildet, sondern es treten bei der Befruchtung Bestandtheile des Inhalts durch die Membran des Schlauches hindurch zur Eizelle über.

Fig. 158. *A* Männliche Blüthe von Abies pectinata; *b* Hochblätter, *a* die Staubblätter mit je zwei seitlichen Pollensäcken. *B* ein Pollenkorn, stark vergrößert; *e* Exine mit blasigen Auftreibungen *bl*; *i* Intine; *y* rudimentäres Prothallium (nach *Sachs*).

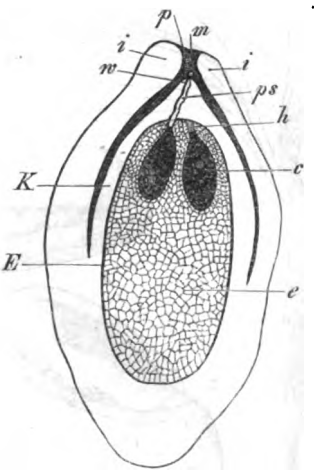


Fig. 159. Längsschnitt durch eine Samenanlage von Abies während der Befruchtung, schematisirt (15); *ii* Integument, *m* Mikropyle, *K* Kerngewebe. *E* Embryosack, *e* Endosperm, in dessen vorderem Theile zwei Archegonien, das rechts mit Centralzelle *c* und Halszelle *h*, das links eben vom Pollenschlauch *ps* befruchtet; *p* Pollenkorn auf der Kernwarze *w* liegend.

Die weiblichen Blätter, Fruchtblätter genannt, tragen an ihrem Rande oder an ihrer freien Oberfläche ein oder mehrere Makrosporangien, hier Samenanlagen (auch Samenknospen oder Ovula) genannt. Abgesehen von dem hier bei den Gymnospermen meist wenig entwickelten Stiel unterscheidet man an der Samenanlage:

1) Das Integument (Fig. 159 *i*), eine Hülle, welche, vom Grunde oder vom Umfange der Samenanlage entspringend, vorne nicht ganz geschlossen ist, sondern einen Gang, die Mikropyle (Fig. 159 *m*), frei läßt.

2) Das Kerngewebe (Nucellus) (Fig. 159 *K*), den wesentlichen Theil der Samenanlage. In diesem Kerngewebe liegt ziemlich entfernt von der Mikropyle eine sehr große Zelle, die Makrospore, hier Embryosack genannt (Fig. 159 *E*). In diesem bildet sich das Prothallium, hier Endosperm genannt (Fig. 159 *e*), welches an seinem vorderen Ende zwei oder mehr Archegonien trägt. Das Archegonium besteht aus einer großen Cen-

Digitized by Google

tral- oder Eizelle (Fig. 159 *c*) und einem Hals, der von einer oder wenigen Zellen gebildet wird (Fig. 159 *h*).

Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, daß die Pollenkörner, welche durch den Wind auf die Mikropyle gelangt sind und durch die hier ausgeschiedene Flüssigkeit auf das Kernende (Fig. 159 *w*) hinabgezogen wurden, von hier aus durch das Kerngewebe hindurch Pollenschläuche treiben. Der Pollenschlauch verdrängt die Halszelle und befruchtet die Eizelle.

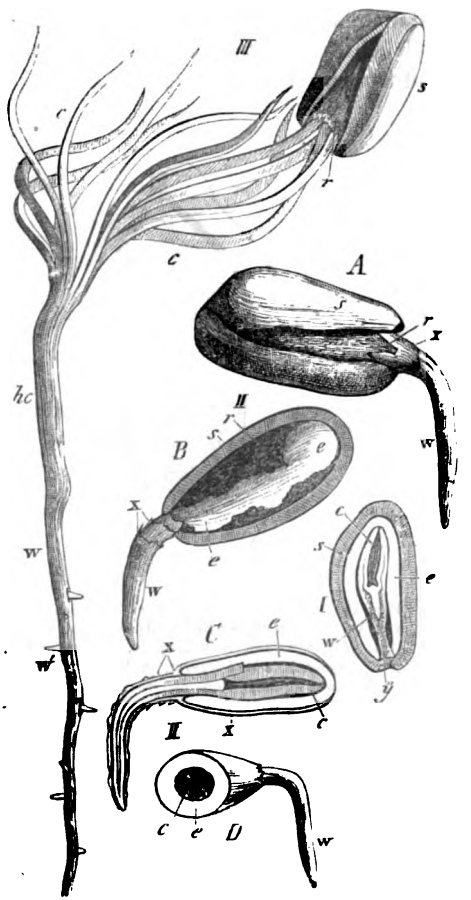


Fig. 160. Keimende Samen von Pinus Pinea; *I* der reife Samen, der Länge nach durchschnitten; *s* Samenschale, *e* Endosperm, *w* Keimwurzel, *c* Cotyledonen, *y* das Mikropylenende; *II* beginnende Keimung, *A* von außen, *x* der Embryosack, *B* nach Wegnahme der einen Schalenhälfte, *e* Endosperm; *C* im Längsschnitt ohne Samenschale, *D* im Querschnitt. *III* vollendete Keimung; die Cotyledonen *c* entfalten sich, das hypocotyle Glied *hc* ist gestreckt (nach *Sachs*).

Infolge der Befruchtung wird hier aber in der Regel nicht die ganze Eizelle zum Embryo, sondern in ihrem der Mikropyle entgegengesetzten Ende erfolgt freie Zellbildung und dadurch die Anlage eines oder mehrerer Embryonen. Obwohl nun in vielen Fällen aus einer Centralzelle mehrere Embryonen hervorgehen und außerdem mehrere Archegonien in jeder Samenanlage vorhanden sind, enthält der reife Same doch stets nur einen einzigen Embryo, da alle übrigen von einem verdrängt werden.

Die Anlage eines Embryo gliedert sich aber selbst wieder in eine basale Zellreihe, den Embryoträger, und den eigentlichen Embryo. Durch Streckung des Embryoträgers wird der Embryo in das Endosperm hinein geschoben. Im heranreifenden Samen entwickelt sich der Embryo so weit, daß schon das Stämmchen mit den ersten Blättern und die erste Wurzel vorhanden sind. Die erste Wurzel (Fig. 160 *w*), Hauptwurzel oder Keimwurzel, auch Pfahlwurzel genannt, liegt gerade in der Verlängerung des meist kurzen Stämmchens, mit der Spitze dem Embryoträger angrenzend, somit der Mikropyle zugewendet. Das Stämmchen trägt am entgegengesetzten Ende ein Paar

Digitized by Google

oder einen mehrzähligen Quirl von Blättern, welche von den folgenden Blättern der Pflanze etwas verschieden sind und Keimblätter, Cotyledonen, Samenlappen (Fig. 160 *III*, *c*) genannt werden. Bisweilen sind schon die folgenden Blätter an der Gipfelknospe, der Plumula, deutlich sichtbar. Der Theil des Stämmchens von den Cotyledonen abwärts heißt hypocotyles Glied (Fig. 160 *III*, *hc*); es geht allmählich in die Hauptwurzel über und wird mit dieser zusammen als Radicula, Würzelchen bezeichnet. Das auf die Cotyledonen folgende Internodium heißt epicotyles Glied.

Während der Embryo diese Ausbildung erreicht, wächst auch das Endosperm, so weit es nicht durch diesen verdrängt wird, noch kräftig fort und füllt sich mit Reservenahrungsstoffen; das Kerngewebe und das Integument verholzen und bilden die Samenschale; seltener werden die äußersten Schichten derselben saftig; die Samenanlage wird somit zum Samen.

Sonach besteht der reife Same aus folgenden drei Bestandtheilen:

1) dem durch die Befruchtung entstandenen Embryo, welcher bereits in Stamm, Blatt und Wurzel gegliedert ist (Fig. 160 *I*, *w* bis *c*);

2) dem Endosperm, d. h. dem Prothallium, welches zugleich als Reservestoffbehälter dient (Fig. 160 *I*, *e*);

3) der Samenschale, hervorgegangen aus den außerhalb des Embryosacks gelegenen Geweben des Nucellus und des Integuments (Fig. 160 *I*, *s*).

In einzelnen Fällen (Taxus) entwickelt sich nach der Befruchtung noch eine weitere, äußere Hülle des Samens, der Samenmantel (Arillus).

Während die Samenanlage zum Samen wird, erfahren in der Regel auch die Fruchtblätter eigenartige Veränderungen.

Bei der Keimung, welche gewöhnlich erst nach einer Zeit der Ruhe erfolgt, tritt zuerst die Spitze der Hauptwurzel durch die Mikropyle hervor; entweder bleiben nun die Cotyledonen im Samen eingeschlossen und dienen nur der Aufsaugung und Überführung der Reservestoffe des Endosperms; durch eine Krümmung ihrer Basis wird alsdann die Plumula aus dem Samen hervorgezogen; oder (bei fast allen Coniferen) die Cotyledonen entfalten sich, heben den Samen empor, saugen mit ihren Spitzen die Reservestoffe völlig auf und dienen alsdann als die ersten grünen Blattorgane der Keimpflanze.

Die Gruppe umfaßt drei in ihrem Habitus ziemlich verschiedene Klassen.

Klasse XV. Cycadeae. Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht; die Blätter sind groß und verzweigt.

Klasse XVI. Coniferae. Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter.

Klasse XVII. Gnetaceae. Von verschiedenem Wuchse, aber in der Blüthenbildung mit deutlicher Annäherung an die Angiospermen.

Digitized by Google

Klasse XV.

Cycadeae.

Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht, die Blätter sind groß und verzweigt.

Die Cycadeen sind Pflanzen, welche in vielen Dingen an die Farne erinnern, andererseits in ihrem Aussehen einige Ähnlichkeit mit den Palmen besitzen. Der Stamm ist knollig oder säulenförmig, dicht mit Blättern besetzt. Diese sind von zweierlei Gestalt, schuppenförmige trockene braune, welche die Stammoberfläche dicht bedecken, und grüne, meist einfach gefiederte von meist lederartiger Beschaffenheit, welche jährlich oder erst nach mehreren Jahren wiederholt hervorgebracht werden und eine prächtige Krone am Ende des Stammes bilden.

Die Blüthen stehen terminal am Stammende, und zwar männliche und weibliche auf verschiedenen Individuen. Den einfachsten Fall zeigen die weiblichen Pflanzen der Gattung Cycas; dieselben tragen in derselben Weise, wie an einem Farnstamm zwischen sterilen Blättern zeitweise solche mit Sori auftreten, eine Rosette von Fruchtblättern, über welchen derselbe Stamm weiter wachsend wieder Laubblätter erzeugt. Die Fruchtblätter (Fig. 161 *A*) sind den Laubblättern ähnlich gestaltet, nur kleiner und tragen an Stelle der unteren Fiedern die Samenanlagen (Fig. 161 *A*, *s*). Bei allen anderen Cycadeen (ebenso auch die männlichen Blüthen von Cycas selbst) sind die Blüthen zapfenförmig, d. h. die begrenzte Achse ist mit kurzen schildförmigen Blättern dicht besetzt, welche in den weiblichen Blüthen je zwei Samenanlagen (Fig. 161 *B*, *s*), in den männlichen zahlreiche Pollensäcke (Fig. 161 *C*, *p*) tragen.

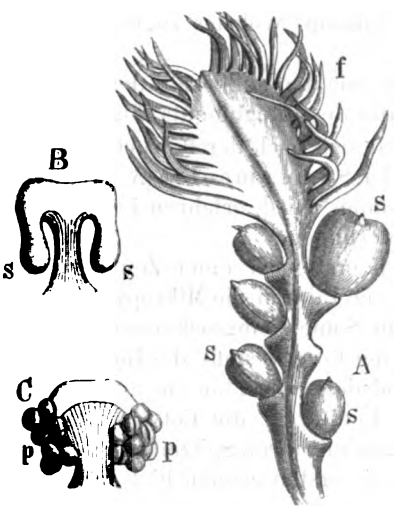


Fig. 161. Blüthentheile von Cycadeen. *A* Fruchtblatt von Cycas revoluta ($^1/_4$ nat. Gr.), *f* Seitenfiedern, *s* Samenanlagen. *B* Fruchtblatt von Zamia muricata mit zwei Samenanlagen *s*. *C* Staubblatt derselben mit den Pollensäcken *p*.

Die Samenanlagen erreichen eine bedeutende Größe, die von Cycas haben schon vor der Befruchtung etwa die Größe einer Kirsche; bei der Reife werden die äußersten Schichten des Integuments saftig. — Eine besondere Eigenthümlichkeit der Cycadeen ist die sogenannte Pollenkammer, eine Höhlung des Kerngewebes der Samenanlage zwischen der Mikropyle und dem Embryosack; in diese werden die Pollenkörner herabgezogen, um erst hier zu Pollenschläuchen auszuwachsen.

Digitized by Google

Der Embryo trägt zwei Cotyledonen, welche bei der Keimung nicht aus dem Samen hervortreten.

Die Cycadeen bewohnen das tropische Amerika, Asien und Südafrika. *Cycas* revoluta und C. circinalis, *Zamia* muricata, *Dion* edule, *Encephalartos* u. a. werden bei uns in Gewächshausern, erstgenannte auch in Zimmern kultivirt.

Klasse XVI.

Coniferae.

Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter.

Diese Klasse enthält die auch bei uns zahlreich vertretenen Nadelhölzer. Der Embryo trägt eine auch fortan sich stark entwickelnde Hauptwurzel und zwei oder mehr Cotyledonen, welche bei der Keimung meist aus der Samenschale hervortreten und sich entfalten (Fig. 160). Der Stamm ist durch die regelmäßige monopodiale, racemöse Verzweigung ausgezeichnet; doch trägt hier nicht jede Blattachsel eine Knospe; die Blätter sind vorherrschend einnervig, schmal »nadelförmig«, doch kommen auch mehrnervige (z. B. Araucaria imbricata), selbst dichotomisch gelappte Blätter (Ginkgo) vor. In der Gewebebildung nähern sie sich sehr den Dicotyledonen der folgenden Abtheilung, indem der Stamm, gleich jenem der Dicotyledonen, durch einen Cambiumring in die Dicke wächst; das sekundäre Holz enthält jedoch keine echten Gefäße, sondern besteht ganz und gar aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände mit eigenthümlichen gehöften Tüpfeln versehen sind (s. S. 51, Fig. 50); ferner ist als Eigenthümlichkeit die den meisten Gattungen zukommende Harzbildung hervorzuheben.

Die Pflanzen sind vorherrschend monöcisch, einzelne Gattungen diöcisch.

Die männliche Blüthe besteht aus einer mit Staubblättern besetzten verlängerten Achse (Fig. 158); die Staubblätter sind mehr oder weniger schildförmig und tragen an den Seiten oder unterseits zwei oder mehr Pollensäcke.

Die weiblichen Blüthen sind bei den einzelnen Familien von verschiedenem Bau, lassen sich indeß auf den Typus des Zapfens zurückführen, d. h. einer verlängerten Achse, deren Blätter, die Fruchtblätter, auf ihrer Oberfläche eine, zwei oder mehr Samenanlagen tragen. Wenn auch zeitweise die Fruchtblätter eines Zapfens fest aneinanderschließen, so bilden sie doch niemals eigentliche geschlossene Gehäuse, wie sie der folgenden Gruppe zukommen; insbesondere ragen zur Zeit der Bestäubung die Samenanlagen stets frei vor.

Bei einigen Gattungen (z. B. Pinus, Juniperus) erfordert die Samenreife zwei Jahre, d. h. im ersten Jahre erfolgt bloß die Bestäubung, d h. das Auffliegen der Pollenkörner auf die Mikropylen der dem gleichen Jahr-

Digitized by Google

gange angehörigen weiblichen Blüthen; die sich hier entwickelnden Pollenschläuche wachsen nur noch eine Strecke weit in das Kerngewebe hinein; alsdann erfolgt ein Ruhestadium; nahezu ein Jahr nach erfolgter Bestäubung setzen diese Pollenschläuche ihr Wachsthum fort und vollziehen die Befruchtung, worauf sofort die Entwickelung des Embryos und Samenreife wie bei den übrigen Gattungen stattfinden.

Die Klasse gliedert sich in folgende vier Familien.

Fam. 1. Abietineae. An dieser, in unseren Gegenden vorherrschend vertretenen Familie sei zunächst der Bau des Zapfens näher geschildert. Die Spindel desselben (Fig. 162 *B*, *sp*) trägt in spiraliger Anordnung die Fruchtblätter. Jedes Fruchtblatt besteht aber hier aus zwei hintereinanderstehenden, fast bis zur Basis getrennten Theilen; der äußere Theil, stets schmäler, meist auch kürzer (Fig. 162 *B*, *c*), wird als Deckschuppe bezeichnet; der innere, breitere, besonders zur Fruchtzeit sich stark vergrößernde Theil (Fig. 162 *B*, *s*), die Fruchtschuppe, steht anscheinend in der Achsel der Deckschuppe und trägt an der der Zapfenspindel zugewendeten Seite, und zwar an ihrer Basis, zwei Samenanlagen (Fig. 162 *A*, *sk*). Man hat für dieses allerdings auffallende Verhältnis, daß die Fruchtschuppe in der Achsel der Deckschuppe steht, die verschiedensten Erklärungen versucht; der Vergleich der übrigen Familien, bei welchen eine solche Trennung nicht oder nur in geringem Grade vorkommt, läßt die Deutung am einfachsten erscheinen, wonach die beiden Schuppen nur Theile eines Fruchtblattes sind, ähnlich wie der sterile und fertile Blattheil bei den Ophioglosseen.

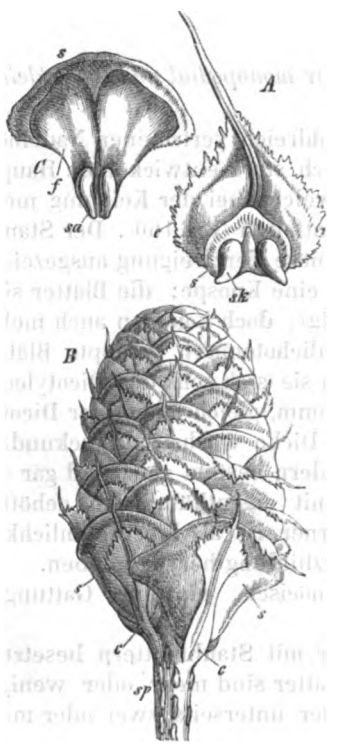


Fig. 162. Abies pectinata. *A* von der Spindel eines jungen Zapfens abgelöste Deckschuppe (*c*) von innen gesehen, daran die Fruchtschuppe *s* mit zwei Samenanlagen *sk* (vergr.). *B* ausgewachsener Zapfen (nat. Gr.). *sp* Spindel, *c* Deckschuppen. *s* Fruchtschuppen. *C* reife Fruchtschuppe mit zwei Samen *sa* und deren Flügeln *f* (nach *Sachs*).

Die beiden Samenanlagen sind mit ihrer Mikropyle nach abwärts gewendet; die reifen Samen erhalten fast stets einen Flügelanhang, welcher indeß nicht der Samenschale, sondern der Innenfläche der Fruchtschuppe entstammt (Fig. 162 *C*, *f*).

Die Staubblätter tragen je zwei Pollensäcke; die Pollenkörner sind häufig mit blasenförmigen Auftreibungen der Exine (s. Fig. 158 *B*, *bl*) ausgestattet, die mit Luft gefüllt sind. Blüthen stets monöcisch.

Digitized by Google

Die Laubblätter und Zapfenschuppen zind spiralig angeordnet, erstere stets ungetheilt, einnervig; Winterknospen mit Knospenschuppen. — Cotyledonen stets mehr als zwei, in wechselnder Anzahl, sehr häufig fünf.

Die Gattung *Abies* hat flache Fruchtschuppen; die Samen reifen noch im ersten Jahre; die mehrere Jahre lebenden Blätter stehen spiralig nur an Langtrieben. Bei den meisten Arten trägt der unbegrenzt fortwachsende Stamm kräftige Seitenzweige (die sog. Quirläste) in den obersten Blattachseln jedes Jahrestriebes und außerdem zerstreut in einzelnen Blattachseln schwächere Seitenzweige. Die Äste verhalten sich ähnlich; nur findet die Entwickelung der Zweige höherer Ordnung vorherrschend zu beiden Seiten der annähernd horizontal gerichteten Äste statt. Die männlichen Blüthen stehen in den Achseln einzelner Blätter des vorjährigen Triebes. Bei der Untergattung Abies im engeren Sinne, den Tannen, sind die nadelförmigen Blätter flach zweischneidig, unterseits mit zwei weißen Streifen versehen; der Zapfen steht in der Achsel eines Blattes des vorjährigen Triebes weit rückwärts von dessen Spitze, bleibt stets aufrecht und zerfällt bei der Reife, d. h. die Deck- und Fruchtschuppen fallen mit den Samen von der noch eine Zeit lang stehenbleibenden Spindel ab (Fig. 462 *B*). Hierher A. pectinata, die Edel- oder Weißtanne, deren Nadeln an den Zweigen nach zwei Seiten kammförmig abstehen und an der Spitze ausgerandet sind; sehr verwandt A. Nordmanniana aus dem Kaukasus, als Zierpflanze kultivirt; A. balsamea in Nordamerika liefert den Kanadabalsam; A. cephalonica in Griechenland und A. Pinsapo in Spanien haben spitze Nadeln, die bei letzterer ringsum sparrig abstehen. — Bei den Fichten (Untergattung *Picea*) sind die Nadeln prismatisch vierkantig, die Zapfen stehen an der Spitze des vorjährigen Triebes, hängen bald nach der Bestäubung nach abwärts und fallen nach dem Ausfallen der Samen ganz ab. Hierher A. excelsa, Fichte oder Rothtanne. Die Untergattung *Tsuga* (meist in Nordamerika) hat die Zapfen der Fichten, die Nadeln der Tannen und im Gegensatze zu allen Abietineen, deren Harzgänge in den Blättern an den Seitenkanten verlaufen, nur einen in der Mitte der Blattunterseite liegenden Harzgang; hierher A. canadensis, Schierlingstanne, in Nordamerika, mit überhängenden Zweigspitzen, sehr kleinen Zapfen. Die Untergattung *Pseudotsuga* hat ebenfalls die Zapfen der Fichten und Nadeln der Tannen, aber die beiden seitlichen Harzgänge der Abietineen; hierher A. Douglasii in Californien.

Bei der Gattung *Larix*, Lärche, stimmen die Fruchtmerkmale mit Abies überein; die Blätter leben aber nur einen Sommer, stehen spiralig am Langtrieb, sowie auch büschelig an Kurztrieben, die aus den Blattachseln des vorjährigen Langtriebes hervorkommen, sich jedes Jahr nur wenig verlängern, aber wieder in Langtriebe übergehen können. Die männlichen Blüthen stehen an der Spitze unbeblätterter, die Zapfen an der Spitze beblätterter Kurztriebe. Die Zweige stehen nicht in Scheinquirlen, sondern unregelmäßig. L. europaea in den Alpen und Karpathen einheimisch, andere Arten in Sibirien und Nordamerika.

Die Gattung *Cedrus*, Ceder, unterscheidet sich von Larix nur durch die mehrjährige Lebensdauer der ebenso angeordneten Blätter und die zweijährige Samenreife. C. Libani in Kleinasien, C. Deodara im Himalaya.

Bei der Gattung *Pinus*, Kiefer, sind die Fruchtschuppen an der Spitze verdickt und tragen hier ein meist rhombisches Feld, die Apophyse; die Samenreife dauert zwei Jahre. Die grünen, mehrere Jahre lebenden Nadeln stehen nur an Kurztrieben zu 2, 3 oder 5, die an ihrer Basis Niederblätter tragen, sich nicht verlängern und aus der Achsel schuppenförmiger Blätter des Langtriebes des gleichen Jahres entspringen. Die Äste stehen nur in Scheinquirlen am Ende der Jahrestriebe, und auch die Zweige höherer Ordnung stehen ringsum. Die männlichen Blüthen nehmen die Stelle von Kurztrieben an der Basis des diesjährigen Langtriebes ein und stehen hier dichtgedrängt; die Zapfen stehen ebenfalls an der Stelle von Kurztrieben, meistens an der Spitze des diesjährigen Langtriebes.

Bei der Untergattung Pinaster ist die Apophyse rhombisch, mit Querkiel, ungefähr in der Mitte genabelt: meist nur zwei grüne Nadeln an jedem Kurztrieb. Hierher P. silvestris, die gemeine Kiefer oder Föhre, deren Zapfen sich auf einem kurzen Stiele

Digitized by Google

abwärts biegen; die Winterknospen sind an der Spitze abgerundet; P. montana, Krummholzkiefer, in den Alpen und Gebirgen, deren Stamm häufig niederliegt, aber auch aufrecht vorkommt, mit ungestielten, wagerecht abstehenden Zapfen; P. Laricio, Schwarzkiefer, in Südeuropa, mit zugespitzen Winterknospen; P. Pinea, Pinie, in Südeuropa, mit großen eßbaren Samen, deren Flügel nur klein ist. Bei der Untergattung Strobus ist die Apophyse halbrhombisch, nahe dem Vorderrande gekielt und genabelt, fünf grüne Nadeln an jedem Kurztrieb; hierher P. Strobus, Weymouthskiefer, aus Nordamerika, und P. Cembra, Zirbelkiefer, in den Alpen und Karpathen, letztere mit ungeflügelten Samen und zerfallenden Zapfen.

Offizinell: Terebinthina, das mit ätherischem Terpentinöl gemengt ausfließende Harz verschiedener Arten, besonders von Pinus Pinaster und P. Laricio.

Fam. 2. Araucarieae. Die Fruchtblätter (Zapfenschuppen) sind ungetheilt und hüllen die Samenanlagen ein; zwei Cotyledonen; sonst im wesentlichen wie vorige.

Araucaria imbricata mit breiten, mehrnervigen Blättern, in Chile. A. excelsa mit einnervigen, kantigen Blättern auf der Norfolksinsel, beide mit sehr regelmäßiger Verzweigung.

Offizinell: Resina Dammara von Dammara alba, D. orientalis und anderen Bäumen in Ostindien.

Fam. 3. Taxodieae. Die Zapfenschuppen sind nur an der Spitze etwas getheilt; die Mikropyle der Samenanlage ist wenigstens anfangs nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen spiralig gestellt. Zwei Cotyledonen.

Taxodium distichum, Sumpfcypresse, in Nordamerika; die mit mehrzeilig gestellten, zweiseitig abstehenden Blättern besetzten schwächeren Zweige fallen alljährlich im Herbste ab. — *Sequoia* (*Wellingtonia*) gigantea, Mammuthbaum, in Californien, besonders durch die Dimensionen und das hohe Alter der dort vorkommenden Bäume merkwürdig; als Ziergehölz bei uns kultivirt. — *Sciadopitys* verticillata aus Japan trägt an den Langtrieben nur Schuppenblätter; aus den Achseln der vordersten eines jeden Jahrestriebs entspringen »Doppelnadeln«, d. h. Kurztriebe, deren beide allein vorhandene Laubblätter mit einander verwachsen sind.

Fam. 4. Cupressineae. Die Zapfenschuppen lassen nur gegen die Spitze die Andeutung einer Theilung (Fig. 163 *B*, *f*, *d*) erkennen; die Mikropyle der Samenanlage ist nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen quirlig gestellt. Zwei Cotyledonen.

Die Blätter stehen in zwei- oder dreigliedrigen Quirlen und sind an ihrer Basis mit der Rinde des Zweiges verschmolzen. Die Zapfenschuppen, in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden, tragen innen an ihrer Basis zwei oder mehr Samenanlagen; Juniperus communis und die verwandten Arten haben nur je eine etwas seitlich stehende Samenanlage innerhalb jeder Schuppe, so daß es scheint, als würden die drei Samenanlagen mit den drei Schuppen alterniren. Die Blüthen sind monöcisch oder diöcisch. Der Embryo trägt nur zwei Cotyledonen.

Bei *Juniperus* (diöcisch) werden die Zapfenschuppen bei der Reife saftig und verwachsen zusammen zu einer Beere; bei der Untergattung Oxycedrus (wohin J. communis, der gemeine Wachholder) stehen die Blätter in dreizähligen Quirlen, entsprechend trägt der Zapfen drei Schuppen; bei der Untergattung Sabina (wohin J. Sabina, J. virginiana u. a.) stehen die Blätter meist in zweigliedrigen Quirlen, ebenso die Zapfenschuppen (Fig. 164 *A*). — *Thuja* occidentalis, Lebensbaum, aus Nordamerika,

Digitized by Google

häufig kultivirt. Die Zapfenschuppen werden holzig und springen kapselartig auf; die Samen sind mit einem Flügelsaum umzogen. Die decussirten Blätter ragen nur wenig über die Zweigoberfläche vor und tragen einen höckerförmig vorspringenden Harzbehälter, die an den Kanten des plattgedrückten Zweiges stehenden (Fig. 163 *A*, *k*) sind

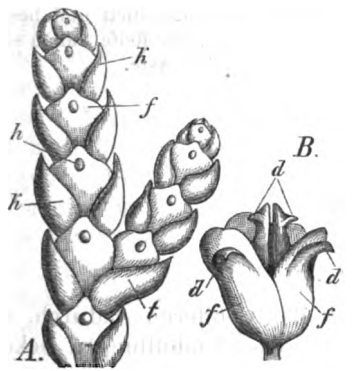


Fig. 163. *A* Zweig von Thuja occidentalis (6 mal vergr.). *k* Kanten-, *f* Flächenblätter, *h* Harzbehälter, *t* Tragblatt eines Seitenzweiges. *B* reifer Fruchtzapfen von Biota orientalis (nat. Größe), *f* Zapfenschuppen, an welchen die der Deckschuppe entsprechende Spitze *d* frei vorragt.

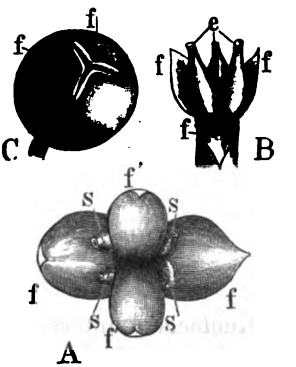


Fig. 164. *A* junger Beerenzapfen von Juniperus Sabina, von oben gesehen (vergr.); *ff* die beiden unteren Zapfenschuppen, mit je zwei Samenanlagen *S*; *f'f'* der obere sterile Quirl von Zapfenschuppen; *B* junger Beerenzapfen von Juniperus communis nach Entfernung der Hochblätter; *fff* die drei Zapfenschuppen (die vordere zurückgeschlagen); *e* die drei Samenanlagen; *C* reifer Beerenzapfen derselben Pflanze; die drei Schuppen *f* sind noch erkennbar.

gekielt, die flächenständigen (Fig. 163 *A*, *f*) flach; die Zweige verästeln sich in den letzten Graden nur in einer Ebene und sehen daher verzweigten Blättern entfernt ähnlich. — Ähnlich *Biota* orientalis aus China mit flügellosen Samen und eingedrückt linienförmigem Harzbehälter der Blätter. — *Cupressus* sempervirens, Cypresse, in Südeuropa, mit schildförmig gestielten Zapfenschuppen; letzteres auch bei *Chamaecyparis*, wohin beliebte Zierbäume gehören. — Die auf die Cotyledonen folgenden Blätter der Keimpflanzen sind noch nicht schuppenförmig, kurz, sondern lang, nadelförmig. Durch Stecklinge von den Keimpflanzen läßt sich diese Form für die ganze Pflanze fixiren; solche Individuen von verschiedenen Arten von Chamaecyparis, von Thuja occidentalis wurden früher irrthümlich als besondere Species beschrieben.

Offizinell: Fructus Juniperi, die Früchte von Juniperus communis. — Summitates Sabinae, die beblätterten jüngeren Zweige von Juniperus Sabina.

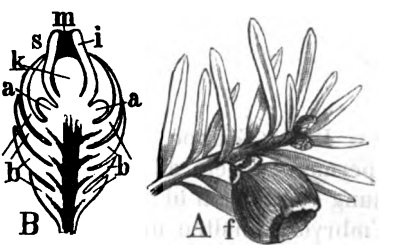


Fig. 165. Taxus baccata. *A* Zweig eines weiblichen Baumes mit einer Frucht *f* (nat. Größe). *B* weibliches Blüthenzweiglein im Längsschnitt (20 mal vergr.), *b* schuppenartige Hochblätter, welche auch noch an der Basis der Frucht wahrnehmbar sind; *s* die scheinbar terminale Samenanlage mit Integument *i*, der Mikropyle *m* und dem Kern *k*; *aa* die Anlage des erst später heranwachsenden Arillus.

Fam. 5. Taxaceae. Die Zapfenbildung ist unvollkommen oder fehlt ganz; die einzelnen Gattungen sind im Blüthenbau sehr verschieden.

Taxus baccata, die Eibe; diöcisch; die Samenanlagen stehen ohne Fruchtblätter einzeln am Ende je eines sehr kurzen, mit Hochblättern besetzten Zweigleins (Fig. 165 *B*); der Same wird bis zur Reifezeit von einem später roth und fleischig werdenden Arillus

Digitized by Google

(Fig. 165 *B*, *a*; *A*, *f*) umwachsen. Die spiralig gestellten Blätter stehen nach zwei Seiten ab, sind flach, nadelförmig, unterseits heller grün, aber ohne weißen Streifen; hierdurch ist der Baum sofort von der im Habitus der Zweige ähnlichen Edeltanne zu unterscheiden. — *Ginkgo* biloba in China und Japan hat gestielte, dichotomisch gelappte, mit dichotom verzweigten Nerven versehene breite Blätter und erinnert auch im Wuchs an manche Laubbäume; die weibliche Blüthe ist langgestielt und besteht aus meist zwei Samenanlagen ohne Fruchtblätter, welche bei der Reife außen saftig werden. — *Phyllocladus* in Neuholland hat blattartig verbreiterte Äste.

Klasse XVII.

Gnetaceae.

Die Gnetaceen unterscheiden sich von den Coniferen dadurch, daß sowohl die Samenanlagen als die Staubblätter schon Umhüllungen bekommen, die mehr oder weniger dem Perigon der Angiospermen ähnlich sind.

Ephedra distachya ist ein in Südeuropa vorkommender niedriger Strauch vom Aussehen eines Equisetum, mit langen aufrechten Zweigen und kleinen, sehr entfernt stehenden, zu stengelumfassenden Scheiden quirlig verwachsenen Blättern und diöcischen Blüthen. — *Welwitschia* mirabilis, eine merkwürdige Pflanze Westafrikas, ist ausgezeichnet durch einen ganz kurz bleibenden, eine riesige Rübe darstellenden Stamm, der nur zwei sehr große Laubblätter und in deren Achseln dichotomisch verzweigte Blüthenstände trägt.

Fünfte Gruppe.

Die Angiospermen.

Diese Gruppe stimmt mit der vorhergehenden Gruppe der Gymnospermen in dem allgemeinen Aufbau des Pflanzenkörpers und in der Bildung von Samen überein, welche den durch die Befruchtung entstandenen Embryo enthalten und von der Mutterpflanze im Zustande der Reife abgeworfen werden. Deshalb faßt man auch beide Gruppen als Samenpflanzen, Spermaphyten, Phanerogamen, zusammen. Die in der Blüthe vorhandenen Fortpflanzungsorgane sind im wesentlichen dieselben, wie bei den Gymnospermen; doch sind, wie im folgenden näher gezeigt werden soll, folgende Verschiedenheiten hervorzuheben: Die Samenanlagen stehen nicht frei auf der Oberfläche der Fruchtblätter, sondern diese letzteren bilden ein geschlossenes Gehäuse, den Fruchtknoten, welcher die Samenanlagen einschließt und mit einem Aufnahmsorgan für die Pollenkörner, der Narbe, versehen ist. Vor der Befruchtung bildet sich im Embryosack kein Prothallium, sowie keine Archegonien, sondern die Eizelle entsteht direkt durch freie Zellbildung im Embryosack. Ebenso unterbleibt auch in

Digitized by Google

den Pollenkörnern die rudimentäre Prothallienbildung; dieselben sind stets einzellig.

Die Blüthe im allgemeinen. Während bei den Gymnospermen die Staub- und Fruchtblätter auf verschiedene Blüthen vertheilt, die Blüthen sonach eingeschlechtig sind, ist es bei den Angiospermen vorherrschend Regel, daß in einer Blüthe sowohl Staub- als Fruchtblätter vorhanden sind; solche Blüthen heißen demnach zweigeschlechtig, hermaphrodit, Zwitterblüthen (durch das Zeichen ☿ ausgedrückt). Es kommen indeß auch eingeschlechtige, diklinische Blüthen vor, wie bei den Gymnospermen; doch läßt sich wenigstens in manchen Fällen das Fehlen des einen Geschlechtes auf eine Verkümmerung in der typisch zweigeschlechtigen Blüthe zurückführen. Nach der Vertheilung der eingeschlechtigen Blüthen auf die Individuen sind die Pflanzen monöcisch oder diöcisch. Kommen endlich auf demselben Individuum sowohl eingeschlechtige, als hermaphrodite Blüthen vor, so heißt die Pflanze polygam.

An der Blüthenbildung betheiligen sich aber bei den Angiospermen nicht bloß die Staub- und Fruchtblätter, sondern in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle noch unterhalb dieser stehende Blattgebilde, welche selbst keine Fortpflanzungszellen erzeugen, aber doch indirekt bei der Fortpflanzung funktioniren: das Perigon oder die Blüthenhülle.

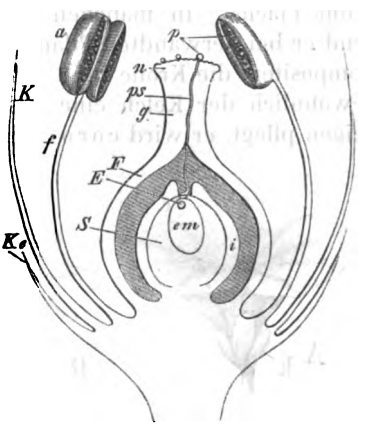


Fig. 166. Schema einer Angiospermenblüthe im Längsschnitte; *Ke* Kelch, *K* Krone, zusammen das Perigon bildend. *f* Staubblatt mit Anthere *a*; *F* Fruchtknoten mit Narbe *n*, Samenanlage *S*. — *p* Pollenkörner; *ps* Pollenschlauch; *g* Griffel, *em* Embryosack, *E* Eizelle; *i* Integument.

Sonach besteht eine typische Angiospermenblüthe aus folgenden, stets in der gleichen Ordnung von unten nach oben aufeinanderfolgenden Theilen:

1) dem Perigon (Blüthenhülle, Perianthium: Fig. 166 *Ke*, *K*);

2) dem Andröceum, d. h. der Gesammtheit sämmtlicher in einer Blüthe vorhandener Staubblätter (Fig. 166 *f*);

3) dem Gynäceum, d. h. der Gesammtheit sämmtlicher in einer Blüthe vorhandener Fruchtblätter nebst den Samenanlagen (Fig. 166 *F*, *S*).

Wie Figur 166 zeigt, ist auch die Blüthenachse gewöhnlich nicht so verlängert, wie bei den Gymnospermen, sondern verbreitert und stellt einen Blüthenboden, Torus, vor, auf welchem die Blattgebilde dichtgedrängt entspringen, so daß die untersten zu äußerst, die obersten zu innerst zu stehen kommen.

Digitized by Google

Die Blüthenachse schließt, mit Ausnahme einzelner abnormer Fälle, mit Erzeugung der obersten Blattgebilde der Blüthe ihr Wachsthum und ihre Thätigkeit ab; dieselben tragen (von einzelnen monströsen Bildungen abgesehen) niemals Knospen in ihren Achseln. Der Theil der Achse unter den Blattgebilden der Blüthe ist häufig verlängert und heißt Blüthenstiel (Pedunculus); er trägt gewöhnlich ein oder mehrere Hochblätter, Vorblätter (Prophylla) genannt. Ist der Blüthenstiel wenig oder gar nicht entwickelt, so heißt die Blüthe sitzend (sessilis).

Die **Blüthenhülle** (Perigon, Perianthium) fehlt nur bei wenigen Familien (z. B. Piperaceen) vollständig; bei sehr vielen besteht sie aus zwei von außen nach innen aufeinander folgenden Theilen, die sich durch ihre Struktur und Beschaffenheit unterscheiden; der äußere, Kelch (Calix) genannt, besteht aus Blättern (Kelchblätter, Sepala) von derberer Struktur, meist grüner Farbe und geringerer Größe; der innere, die Krone (Corolla), ist gebildet von den Kronenblättern (Petala), die meist zart, weiß oder verschiedentlich gefärbt sind (z. B. Rose, Geranium, Flachs). In manchen Fällen fehlt der eine der beiden Theile, während er bei verwandten Pflanzen entwickelt ist, so z. B. der Kelch bei den Compositen, die Krone bei Caltha, Daphne; im letzteren Falle nimmt dann gewöhnlich der Kelch eine Beschaffenheit an, wie sie sonst die Krone zu zeigen pflegt, er wird corollinisch.

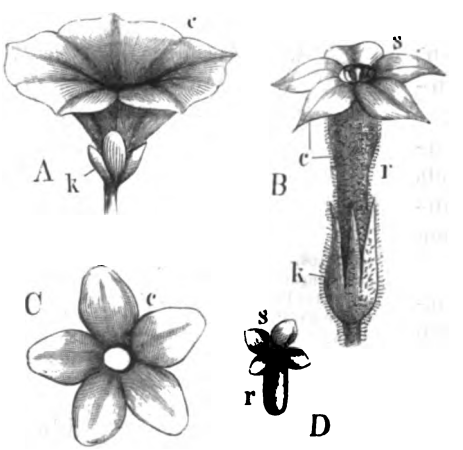


Fig. 167. Verwachsenblättrige Kelche und Kronen. *A* Blüthe von Convolvulus arvensis mit trichterförmiger Krone *c* und fünftheiligem Kelche *k*, *B* von Nicotiana Tabacum mit fünfspaltigem Kelch *k*, die Krone *c* in Röhre *r* und Saum *s* getrennt, dieser fünftheilig. *C* radförmige Blumenkrone von Sambucus. *D* synsepaler Kelch von Daphne Mezereum mit Röhre *r* und Saum *s*.

Andere Pflanzen besitzen aber überhaupt nur ein einfaches Perigon, d. h. es ist überhaupt nicht in zwei Theile von verschiedener Beschaffenheit, in Kelch und Krone gesondert; es heißt dann kurzweg Perigon und ist entweder von calicinischer Beschaffenheit, d. h. so wie sonst die Kelchblätter zu sein pflegen (z. B. Brennessel), oder corollinisch (z. B. Aristolochia, Liliaceen).

Die einzelnen Blätter des Perigons sind entweder vollständig bis zum Grund von einander getrennt, frei (Corolla eleutheropetala, auch choripetala genannt, Calix eleutherosepalus, z. B. Ranunculus), oder mehr oder minder weit von der Basis aus zu einer Röhre verwachsen, (vergl. oben S. 14, Fig. 12), welche oben in so viel Zähne oder Lappen

Digitized by Google

ausgeht, als ursprünglich Blätter vorhanden sind (Corolla sympetala, auch gamopetala genannt. Fig. 167 *A*, *B*, *C*, *c*, Calix synsepalus, Fig. 167 *B*, *k*, z. B. bei der Tabakpflanze, der Schlüsselblume, Primula, der Kelch allein verwachsen bei der Nelke, Dianthus, bei Daphne, Fig. 167 *D*, mit unterdrückter Krone). Auch das einfache Perigon kann aus einzelnen Blättern (Perigonium eleutherophyllum, z. B. Amarantus), oder einer Röhre (P. symphyllum, z. B. Aristolochia) bestehen; dabei können selbst Blätter zweier Quirle zu einer einzigen gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, z. B. bei Hyacinthus und verwandten Pflanzen.

Die Gestalt verwachsener Kronen ist bald glockenförmig, z. B. bei der Glockenblume, Campanula, trichterförmig, z. B. bei der Winde (Fig. 167 *A*), radförmig, z. B. beim Hollunder (Fig. 167 *C*). Häufig ist die Sonderung in einen röhrenförmigen Theil (Röhre, Tubus) (Fig. 167 *B*, *r*) und einen mehr oder weniger ausgebreiteten Saum (Limbus, Fig. 167 *B*, *s*). Andere eigenthümliche Formen hängen mit der Symmetrie der Blüthe zusammen.

Die kronenartigen Perigonblätter sind häufig in Stiel und Spreite gegliedert, welche dann Nagel und Platte genannt werden (z. B. bei der Nelke, Fig. 168 *A*, *B*). Ligularbildungen sind die sogenannten Neben-

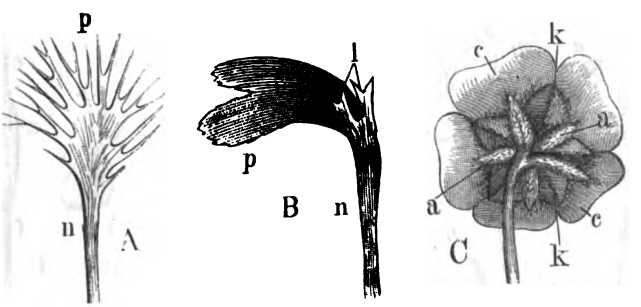


Fig. 168. *A* Kronenblatt von Dianthus superbus mit Nagel *n* und Platte *p*, letztere gespalten. *B* Kronenblatt von Lychnis mit Nagel *n*, Platte *p* und Ligula *l*. *C* Blüthe von Potentilla von unten gesehen. *c* Krone, *k* Kelch, *a* Außenkelch.

kronen (Paracorolla) bei Narcissus, Lychnis (Fig. 168 *B*, *l*). Selten ist Theilung oder Verzweigung der Kronenblätter, z. B. bei manchen Nelken (Fig. 168 *A*), während die ausgerandete oder verkehrt herzförmige Gestalt häufiger vorkommt. Manche Kronenblätter (z. B. Veilchen, Aklei) haben spornförmige Anhängsel oder werden selbst zu hohlen röhrigen Gebilden (z. B. Helleborus, Aconitum); es hängt dies mit der Ausscheidung des Nektars zusammen.

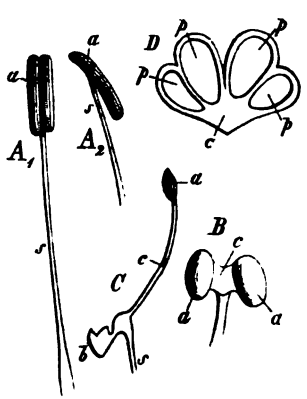
Als Außenkelch (Caliculus) bezeichnet man Blattbildungen, welche außerhalb des Kelches dicht unter demselben gleichsam einen äußersten Kreis der Blüthenhülle vorstellen, es sind dies theils die paarweise verwachsenen Nebenblätter der Kelchblätter selbst (z. B. die kleinen Blättchen zwischen den Kelchblättern bei Potentilla (Fig. 168 *C*, *a*), theils Hochblätter, welche nahe an den Kelch hinaufgerückt sind (z. B. Malvaceen). Ein solches Hinaufrücken von Hochblättern bis dicht an die Blüthe,

Digitized by Google

so daß sie oberflächlich betrachtet als Theile der Blüthenhülle erscheinen, kommt überhaupt öfters vor; z. B. bei der Leberblume, Anemone hepatica.

Das **Andröceum** ist die Gesammtheit der Staubblätter in einer Blüthe, auch Staubgefäße oder Staubfäden (Stamina) genannt. Das Staubblatt besteht aus zwei Theilen, einem zarten, meist stielartig dünnen Träger, dem Filament (Fig. 169 *s*), und dem die Pollensäcke (Fig. 169 *D*, *p*) einschließenden Organ, welches Anthere, Staubbeutel oder Staubkolben genannt wird (Fig. 169 *a*).

Die Anthere besteht aus zwei Längshälften, deren jede meistens zwei Pollensäcke (Fig. 169 *D*, *p*) enthält; diese beiden Antherenhälften werden durch das oberste Stück des Filaments, das Connectiv (Fig. 169 *c*), zusammen gehalten. Dieses ist bisweilen sehr schmal, so daß die beiden Antherenhälften dicht aneinanderliegen (Fig. 169 *A*, *a*); dabei ist es entweder vom Filament nicht scharf getrennt und die Anthere sitzt dann einfach am oberen Ende des Filaments; oder es ist gelenkartig abgesetzt, so daß die Anthere sammt dem Connectiv auf der Spitze des Filaments drehbar ist (Anthera versatilis, Fig. 169 A_2). Das Connectiv ist aber auch



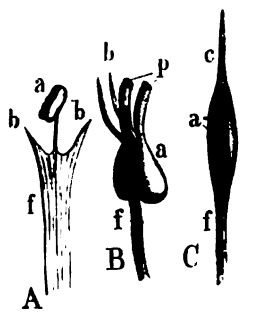


Fig. 170. *A* Staubblatt von Allium, *B* von Vaccinium Myrtillus, *C* von Paris quadrifolia (vergr.). *f* Filament, *a* Anthere, *b* Anhängsel, *c* Connectiv, *p* Pore, mit der die Antherenhälfte sich öffnet.

Fig. 169. Staubblätter A_1 von Lilium, *s* das Filament, *a* die Anthere. A_2 dasselbe von der Seite gesehen. *B* von Tilia, *a* Antherenhälfte, *c* Connectiv. *C* von Salvia; *s* Filament, *c* Connectiv, *a* Antherenhälfte, *b* metamorphosirte Antherenhälfte. *D* Querschnitt der Anthere von Hypericum (vergr.), *p* die 4 Pollensäcke, *c* Connectiv.

oft breiter, so daß die beiden Antherenhälften weit auseinander gerückt sind (Fig. 169 *B*); ja es ist oft sehr stark in die Breite gezogen und dabei ganz dünn, so daß es mit dem Filament eine T-förmige Figur bildet (Fig. 169 *C*); bei dieser Pflanze, dem Salbei, kommt noch die Eigenthümlichkeit hinzu, daß die eine Antherenhälfte fehlschlägt und zu anderen Zwecken umgeformt wird. Nur selten (z. B. Einbeere, Fig. 170 *C*) ist das Connectiv noch über die Anthere hinaus in eine Spitze oder Borste (z. B. Oleander) verlängert; die beiden Antherenhälften erscheinen dann seitlich dem Filament anliegend. — Die beiden Antherenhälften konvergiren entweder gegen die Oberseite des Staubblattes (Fig. 169 *D*); dann heißt

Digitized by Google

die Anthere intrors; oder sie konvergiren gegen die Unterseite: extrorse Anthere.

Das Filament ist gewöhnlich stielartig rund, von zartem farblosen oder gefärbten Gewebe, bisweilen aber auch bandartig verbreitert; ist es sehr kurz, so wird die Anthere sitzend genannt.

Bei einigen Pflanzen (z. B. Allium, Fig. 170 *A*) besitzt das Filament Anhängsel, bei anderen (z. B. Ericeen, Fig. 170 *B*, Asclepiadeen) sind die Antheren selbst mit Anhangsgebilden, wie Sporne u. dgl., ausgestattet.

Bei gewissen Pflanzen, z. B. Ricinus, Myrtaceen, sind die Staubblätter, d. h. die Filamente verzweigt, und zwar entweder, wie gewöhnlich die Blätter, in einer zur Medianebene senkrechten Ebene (z. B. Myrtaceen), oder in verschiedenen Richtungen (z. B. Ricinus, Fig. 171); die letzten Endigungen des verzweigten Filaments tragen die Antheren.

Fig. 171. Theil einer männlichen Blüthe von Ricinus im Längsschnitt (vergr.), *f* die vielfach verzweigten Filamente, *a* deren Antheren (nach *Sachs*).

Hiermit äußerlich ähnlich, im Wesen aber grundverschieden ist die Verwachsung mehrerer nebeneinander stehender Staubblätter (z. B. Papilionaceen); je nachdem nun die Staubblätter einer Blüthe sämmtlich zu einem Bündel (gewöhnlich einer Röhre) oder in zwei, drei u. s. w. Gruppen vereinigt sind, heißen sie ein-, zwei-, dreibrüderig (mono-, di-, triadelpha). Die Antheren und häufig die oberen Enden der Filamente sind dabei gewöhnlich frei. Sehr komplizirt wird das Verhältnis, wenn Verwachsung und Verzweigung der Filamente zugleich vorkommen, z. B. bei den Malvaceen. Bei den Compositen (z. B. Sonnenrose, Distel) sind die Filamente frei, aber die Antheren seitlich aneinander geklebt, nicht von Ursprung aus verwachsen.

Außerdem sind die Staubblätter häufig mit anderen Blüthentheilen, besonders dem Perigon verwachsen, so daß die Filamente oder, wenn diese sehr kurz sind, die Antheren nicht an der Blüthenachse, sondern an den Perigonblättern inserirt erscheinen. Es findet sich dieses Verhältnis vorzugsweise da, wo die Kronen- oder Perigonblätter selbst zu einer Röhre verwachsen sind (z. B. Primula). Seltener ist die Verwachsung der Staubblätter mit den Fruchtblättern (z. B. Orchideen).

Staminodien heißen solche Staubblätter, bei denen die Bildung der Anthere unterbleibt, und die blattartige Form haben. Sie finden sich in gewissen Blüthen (z. B. Canna) regelmäßig. Die gefüllten Blüthen kommen dadurch zu stande, daß mehrere oder alle Staubblätter einer Blüthe den Kronenblättern an Gestalt gleich werden.*) — Bei manchen spiralig ge-

*) In anderen Fällen kommt die »Füllung« zu stande, indem ohne Veränderung des Androeceums die Kronenblätter vermehrt sind (z. B. Campanula); nur äußerlich ähnlich ist die sog. Füllung bei den Compositen, s. dort.

Digitized by Google

bauten Blüthen (z. B. Nymphaea) finden sich Zwischenstufen zwischen Kronenblättern und Staubblättern, so daß der Übergang ein ganz allmählicher ist.

Die Pollensäcke sind in den Antheren enthalten, gewöhnlich in jeder Antherenhälfte zwei übereinander liegende (Fig. 169 *D*, *p* und Fig. 172 *ps*), seltener je ein oder je vier Pollensäcke. Die Pollenmutterzellen entstehen durch wiederholte Zweitheilung weniger ursprünglicher Zellen und werden anfänglich umgeben von mehreren Wandschichten (Fig. 172 *t* und *w*), wovon die innerste später aufgelöst wird, die äußeren theilweise spiralige Verdickungen der Zellwände erhalten. Durch Aufspringen der Antheren wird der Pollen oder Blüthenstaub aus den Pollensäcken entleert, gewöhnlich in großen Massen. Die Art des Aufspringens der Anthere ist schon durch ihren Bau vorgezeichnet, einige (z. B. Ericeen, Fig. 170 *B*, *p*) öffnen sich durch ein rundliches Loch an der Spitze jeder Antherenhälfte, die meisten durch Längsspalten an den Flanken, d. h. an der Grenze je zweier Pollensäcke derselben Seite.

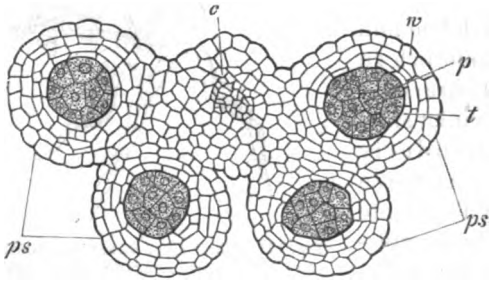


Fig. 172. Querschnitt durch eine junge Anthere von Sambucus racemosa (80). *c* das Connectiv, *ps* die vier Pollensäcke, die Pollenmutterzellen enthaltend, noch umgeben von den Gewebeschichten *t* und *w*.

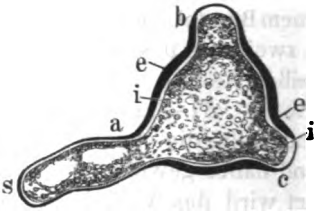


Fig. 173. Pollenkorn von Epilobium (sehr stark vergr.), einen Pollenschlauch treibend; *e* Exine, *i* Intine, *a*, *b*, *c* die drei für den Austritt der Pollenschläuche bestimmten, verdünnten Stellen der Exine. Es ist nur ein Pollenschlauch *s* bei *a* entwickelt.

Wenn das Pollenkorn auf die Narbe (s. unten) gelangt, oder auch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wächst die von der Intine umschlossene Zelle zu einem oder mehreren langen Schläuchen, den Pollenschläuchen aus (Fig. 173 *s*). Die Stellen, an welchen hiebei die Exine von der wachsenden Zelle durchbrochen wird, sind gewöhnlich schon durch die Struktur, dünne Stellen oder deckelartige Bildungen der Exine vorgezeichnet und auch in ihrer Zahl bestimmt (1, 2, 3, 4—6 oder mehr). Während bei den Gymnospermen wirkliche Zelltheilungen im Pollenkorn erfolgen, wird dies bei den Angiospermen nur durch eine Kerntheilung angedeutet, so daß im auskeimenden Pollenschlauch sich zwei Zellkerne befinden.

Die Pollenkörner der Orchideen (und weniger anderer Pflanzen) trennen sich nicht von einander, sondern bleiben zu Massen, die den einzelnen Pollensäcken entsprechen, vereinigt.

Digitized by Google

Das **Gynäceum** ist immer das Schlußgebilde der Blüthe, welches den Scheitel der Blüthenachse einnimmt. Die Fruchtblätter (Karpelle) bilden hier bei den Angiospermen ein geschlossenes Gehäuse, Fruchtknoten (Germen) genannt, welches die Samenanlagen einschließt. Enthält eine Blüthe mehrere Fruchtblätter, von denen sich jedes einzelne für sich mit seinen beiden Rändern schließt, so heißt das Gynäceum apokarp; die Blüthe enthält dann also auch mehrere Fruchtknoten und heißt polykarpisch*) (Fig. 174 *A*), z. B. Ranunculus, Paeonia, Butomus; verwachsen

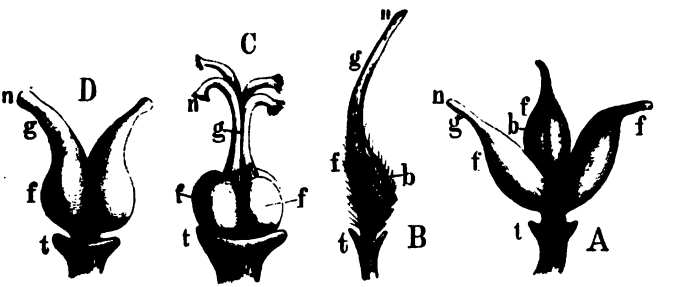


Fig. 174. *A* Gynäceum der polykarpischen Blüthe von Aconitum, *B* der monokarpischen von Melilotus, mit einem einzigen Fruchtblatt, *C* der monokarpischen von Rhamnus mit vier zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern. *D* Fruchtknoten von Saxifraga aus zwei Fruchtblättern gebildet, die nach oben auseinander weichen. *t* Blüthenboden, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe, *b* Bauchnaht.

aber sämmtliche Fruchtblätter einer Blüthe zu einem einzigen Fruchtknoten (Fig. 174 *C*), so heißt das Gynäceum synkarp (z. B. Mohn, Lilie); die Blüthe heißt dann, sowie auch in dem Falle, daß überhaupt nur ein Fruchtblatt vorhanden ist (z. B. Wicke, Fig. 174 *B*), monokarpisch*). Übergänge zwischen diesen beiden Fällen kommen insofern vor, als ein synkarper Fruchtknoten an seinem oberen Ende sich in mehrere, der Anzahl der Fruchtblätter entsprechend, theilen kann (Fig. 174 *D*).

Der Fruchtknoten heißt monomer, wenn er nur von einem einzigen Karpell gebildet wird (Fig. 174 *B*, 175 *A*), dessen Ränder an der der Mittel-

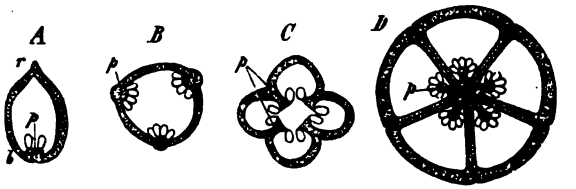


Fig. 175. Schematische Querdurchschnitte von Fruchtknoten; *p* Placenta. *A* monomer einfächerig, *r* Rücken, *b* Bauchnaht; *B* polymer einfächerig, *C* polymer mehrkammerig, *D* polymer mehrfächerig.

rippe gegenüberliegenden Seite miteinander verwachsen. Die Seite, an welcher die Mittelrippe verläuft, heißt Rücken (Fig. 175 *A*, *r*), die ent-

*) Diese Ausdrücke sind nicht zu verwechseln mit den gleichlautenden für mono- und polykarpische Pflanzen (s. oben S. 122).

Digitized by Google

gegengesetzte Bauchnaht (*b*). Die hierdurch von dem Karpell umschlossene Höhlung ist gewöhnlich nicht durch Scheidewände unterbrochen, sondern einfächerig (z. B. Wicke); nur selten treten durch Wucherungen der Innenseite falsche Scheidewände auf.

Treten dagegen zur Bildung eines Fruchtknotens mehrere Karpelle zusammen, so entsteht ein polymerer (nach der Anzahl der Karpelle speziell di-, tri-, tetramerer etc.) Fruchtknoten. Derselbe ist einfächerig (Fig. 175 *B*), wenn die einzelnen Karpelle mit ihren Rändern einfach aneinander wachsen, ohne daß dieselben nach innen vorspringen. Wachsen diese aber als Längsleisten in die Höhlung hinein, so wird der Fruchtknoten mehrkammerig (Fig. 175 *C*), z. B. Mohn; die Kammern sind in der Mitte gegeneinander geöffnet. Mehrfächerig (Fig. 175 *D*) wird er dadurch, daß die hineinwachsenden Ränder sich in der Mitte berühren, ja selbst sich wieder zurück nach außen biegen; hierdurch werden die einzelnen Fächer vollständig voneinander getrennt; es kommen jedoch Fälle vor, wo die Ränder der Karpelle an den oberen Theilen nicht so weit hineinwachsen, sondern dort die beiden Ränder jedes einzelnen Karpells sich aneinander schließen, so daß der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer ist, oben aber in eine Anzahl einzelner monomerer Fruchtknoten auseinandergeht (z. B. Saxifraga). In allen diesen Fällen kann die Blüthenachse im Innern der Fruchtknotenhöhlung emporwachsen und, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, mit dessen Scheidewänden verwachsen.

Auch in polymeren Fruchtknoten können durch Wucherung von der Fläche der Karpelle falsche Scheidewände entstehen; so ist der Fruchtknoten der Boragineen und Labiaten ursprünglich zweifächerig; jedes Fach wird aber durch je eine falsche Scheidewand in je zwei Klausen getheilt; bei der Fruchtreife trennen sich diese vier Partien vollständig von einander.

Wenn die Achse, wie gewöhnlich, gleichmäßig fortwächst, so ist das Gynäceum als das deren Scheitel nächste Gebilde auch der oberste Theil der Blüthe; es steht oberhalb der Insertion des Perigons und der Staubblätter

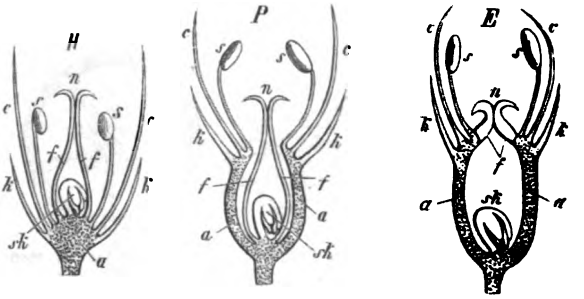


Fig. 176. Schematische Darstellung der hypogynen *H*, perigynen *P* und epigynen *E* Blüthe; es bedeutet überall *a* Achse, *k* Kelch, *c* Krone, *s* Staubblätter, *f* Fruchtblätter, *n* Narbe, *sk* Samenanlage.

(Fig. 176 *H*); der Fruchtknoten heißt dann oberständig (Germen superum), die Blüthe hypogyn oder unterweibig (z. B. Ranunculus, Mohn, Lilie, Primula). In einer großen Anzahl von Blüthen aber erhebt sich

Digitized by Google

die Achse mit den Insertionen des Perigons und des Andröceums in Form eines ringförmigen Walles (Fig. 176 *P* und *E*, *a*), während der Scheitel in der Tiefe zurückbleibt. Je nach dem Verhalten der Fruchtblätter sind wieder zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder die Fruchtblätter bleiben von diesem Vorgang unberührt und stehen, einen oder mehrere Fruchtknoten bildend, nächst dem Scheitel der Blüthenachse, somit am Grunde der Höhlung, werden nur rings von dem Ringwall umgeben (Fig. 176 *P*), welcher als Kelchröhre bezeichnet zu werden pflegt: perigyne Blüthen, mittelständiger Fruchtknoten, z. B. Rose, Kirsche. Oder aber die Fruchtblätter gliedern sich aus der Achse nicht aus, sondern treten nur als oberer Abschluß der Höhlung (bei Mehrfächerigkeit auch als Scheidewände) in die äußere Erscheinung (Fig. 176 *E*, *f*): epigyne Blüthen, unterständiger Fruchtknoten, z. B. Apfel, Kürbis, Doldengewächse. Erreicht der ausgegliederte Theil der Fruchtblätter mächtigere Entwickelung, so heißt der Fruchtknoten halbunterständig. Zwischen diesen Hauptformen giebt es mannigfache Übergänge.

Der Griffel (Stylus) (Fig. 174 und 177 *g*) ist die schmälere Verlängerung der Karpelle nach oben; monomere Fruchtknoten tragen nur einen Griffel, polymere so viel als Karpelle vorhanden sind, die aber sowohl miteinander zu einem verwachsen und bisweilen oben frei, als auch ganz frei, selbst jeder einzelne wieder verzweigt sein können. Der Griffel steht ursprünglich auf der Spitze des Fruchtknotens; manchmal wird er durch stärkeres Wachsthum des Fruchtblattes auf der Rückenseite, an dessen Innenseite verschoben, am stärksten bei den Borragineen und Labiaten, wo er als Verlängerung der Blüthenachse erscheint und von den vier nach oben abgerundeten Theilen des Fruchtknotens umgeben wird (s. Fig. 292). Bisweilen bleibt der Griffel sehr kurz und erscheint dann nur als Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Narbe (z. B. Mohn). Selten ist er innen hohl, dagegen meistens von einem lockeren Gewebe durchzogen, durch das die Pollenschläuche leicht hindurchwachsen können.

Fig. 177. Gynäceum der Lilie; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel. *n* Narbe (nat. Gr.).

Die Narbe (Stigma) (Fig. 174 und 177 *n*) ist das oberste Ende des Fruchtblattes, ausgezeichnet durch die Bekleidung mit Papillen, oft auch mit Haaren, und durch die Ausscheidung klebriger Flüssigkeit, welche die darauf gelangten Pollenkörner festhält und zum Austreiben der Pollenschläuche veranlaßt. Oft ist die Narbe als lappige Ausbreitung vom Griffel scharf geschieden; bisweilen macht sie sich bloß als papillöser Theil des Griffels, sei es an dessen Ende oder Seite bemerkbar. Bei Papaver u. a. sitzt sie als scheibenförmige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten; seltener (Pleurogyne) läuft sie in Form papillöser Streifen auf dem Fruchtknoten selbst herab.

Die Samenanlagen sind immer in die Höhlung des Fruchtknotens eingeschlossen, bald nur eine, bald in geringerer oder größerer Anzahl. Sie sind meistens deutlich Anhangsgebilde der Fruchtblätter, karpell-

Digitized by Google

bürtig (Fig. 178 *A*, *B*, *C*, *E*), in manchen Fällen aber auch scheinbar besondere Organe, die in der Höhlung von der Blüthenachse entspringen, achsenbürtig. Durch vergleichende Betrachtung ergiebt sich jedoch, daß auch diese, die achsenbürtigen Samenanlagen, ursprünglich als Theile der Fruchtblätter zu deuten sind und ihre Stellung an der Achse nur mehr oder minder weitgehenden Verschiebungen, sowie Verwachsungen der Fruchtblätter mit der Achse zu verdanken haben. Der Theil der Fruchtblätter oder der Achse, welcher die Samenanlagen trägt, heißt Placenta (Fig. 175 *p*, 178 *q*).

Die karpellbürtigen Samenanlagen sind meistens randständig, d. h. die Placenta nimmt einen Theil oder den ganzen Längsrand des einzelnen

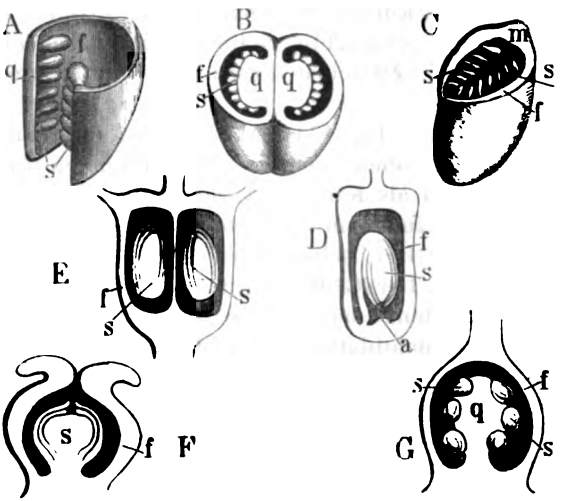


Fig. 178. Samenanlagen in verschiedener Stellung, schematisirt. *A* Carpell von Helleborus längs der Bauchnaht geöffnet, die Samenanlagen *s* an der randständigen Placenta *q*. *B* Fruchtknoten von Nicotiana quer durchschnitten; *f* Fruchtknotenwandung; *q* die aus den verwachsenen Karpellrändern gebildete mächtige Placenta. *C* Fruchtknoten von Butomus quer durchschnitten. Die Samenanlagen *s* stehen an der ganzen Innenfläche des Karpells mit Ausnahme des Mittelnerven *m*. *D* Fruchtknoten einer Composite längs durchschnitten, *f* dessen Wandung; die Samenanlage *s* entspringt im Grunde neben dem Achsenscheitel *a*. *E* Fruchtknoten einer Umbellifere längs durchschnitten, in jedem Fach eine hängende Samenanlage *s* im oberen Winkel. *F* Fruchtknoten von Rheum längs durchschnitten; eine einzige Samenanlage *s* steht auf dem Ende der Blüthenachse. *G* Fruchtknoten einer Primulacee im Längsschnitt, die Samenanlagen *s* stehen auf einer besonderen Verlängerung der Blüthenachse *q*.

Karpells ein und trägt eine Samenanlage oder eine (seltener mehrere) Längsreihen (Fig. 175 *p*, 178 *A*, *q*, *E*). In polymeren Fruchtknoten erfahren die verwachsenen Ränder häufig eine bedeutende Verdickung (Fig. 178 *B*, *q*). Seltener sind die Samenanlagen flächenständig, d. h. sie entspringen aus der ganzen Innenfläche der Karpelle, wobei gewöhnlich der Mittelnerv frei bleibt (Fig. 178 *C*).

Die achsenbürtigen Samenanlagen entspringen bald einzeln am Grunde der Fruchtknotenhöhle (Fig. 166 und 176), theils neben dem Achsenscheitel (z. B. bei den Compositen, Fig. 178 *D*), theils auch in dessen Verlängerung (z. B. Piperaceen, Polygoneen, Fig. 178 *F*), bald auf einem besonderen

Digitized by Google

Träger, einer aus der Achse in die Fruchtknotenhöhle emporwachsenden Placenta (z. B. bei den Primulaceen, Fig. 178 *G*).

Die Form der Samenanlagen ist mannigfaltiger, als bei den Gymnospermen. Zunächst tritt in der Regel ein deutlicher Stiel, Funiculus, Nabelstrang genannt, hervor, mit welchem sie befestigt ist (Fig. 179 *f*); ferner sind vorherrschend zwei Integumente vorhanden, ein äußeres (Fig. 179 *ai*) und ein inneres (Fig. 179 *ii*). Nach der gegenseitigen Lage und Gestalt von Funiculus, Integumenten und Nucellus unterscheidet man:

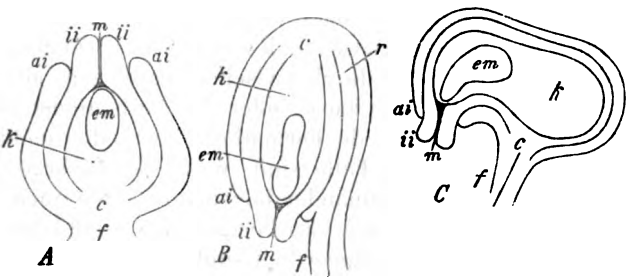


Fig. 179. Samenanlagen, schematisch. *A* gerade, *B* anatrop, *C* campylotrop; *f* Funiculus; *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *k* Kerngewebe, *em* Embryosack, *r* Rhaphe.

1) gerade (atrope, orthotrope) Samenanlagen (Fig. 179 *A*), wenn der Nucellus gerade in der Verlängerung des meist kurzen Funiculus, somit die Mikropyle der Anheftungsstelle der Samenanlage gerade gegenüberliegt;

2) anatrope (umgewendete) Samenanlagen (Fig. 179 *B*), wenn der Nucellus sammt den Integumenten von seiner Basis an umgewendet und das Integument mit dem Funiculus der Länge nach an der sog. Naht (Rhaphe, Fig. 179 *B*, *r*) verwachsen ist. Die Mikropyle liegt hier nahe an der Anheftungsstelle der Samenanlage.

3) campylotrope (gekrümmte) Samenanlagen (Fig. 179 *C*), wenn der Nucellus sammt den Integumenten selbst gekrümmt ist.

Von diesen drei Formen ist die anatrope die häufigste; außerdem ist noch die Richtung zu beachten; die Samenanlage kann aufrecht (Fig. 178 *D*, *F*), hängend (Fig. 178 *E*), wagerecht (Fig. 178 *A*) oder schräg aufrecht (aufsteigend) sein.

Die Nektarien sind drüsige Sekretionsorgane, welche einen riechenden oder schmeckenden, meist süßen Saft ausscheiden, der von den Insekten aufgesucht wird. Sie sind kein besonderer Theil der Blüthe, sondern bilden sich an den übrigen Blattgebilden oder dem Blüthenboden; so an den Kronenblättern von Helleborus, Aquilegia, dem einen gespornten Kronenblatt von Viola, womit eine erhebliche Änderung in der Gestalt dieser Blätter zusammenhängt, an der Basis der Staubblätter bei Rheum, am Staminodium bei Gesneraceen, als fleischige Polster auf den Fruchtblättern bei den Umbelliferen, als Wucherung der Blüthenachse nächst den Karpellen bei Ruta-

Digitized by Google

ceen. Derartige Wucherungen der Blüthenachse, welche oft einen ringförmigen Wall oder ein Polster bilden, werden als Discus bezeichnet (z. B. Rhamneen).

Stellungsverhältnisse und Zahl der Blüthentheile. Die Blattgebilde der Blüthe sind häufig ebenso, wie es in der vegetativen Region die Regel ist, spiralig angeordnet, und zwar am häufigsten nach der Divergenz $^2/_5$; doch kommen besonders im Andröceum, wo zahlreiche schmale Blattgebilde an einer breiten Achse inserirt sind, auch höhere Divergenzen vor (z. B. Ranunculaceen). In den spiraligen oder acyklischen Blüthen findet man entweder keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Formationen: Kelch-, Kronen- und Staubblätter sind durch Zwischenformen ganz allmählich mit einander verbunden (z. B. Nymphaea), oder die Formationen sind scharf voneinander getrennt, indem jede Formation einen oder mehrere ganze Cyklen einnimmt; in letzterem Falle sind, wenn die Divergenz konstant dieselbe ist, die Blätter der aufeinander folgenden Cyklen einander superponirt, so z. B. bei vielen Urticinen, wo Perigon und Staubblätter in einer kontinuirlichen Spirale nach $^2/_5$ angeordnet sind und jeder Formation je ein Cyklus der Spirale angehört; hier sind daher die fünf Staubblätter den fünf Perigonblättern superponirt.

Mit acyklischen Blüthen letzterer Art sind nun gewisse cyklische Blüthen, d. h. solche, deren Blattgebilde in Quirlen angeordnet sind, sehr nahe verwandt, wie das Vorkommen dieser beiden Stellungsverhältnisse nicht bloß bei nahe verwandten Pflanzen, sondern sogar bei der gleichen Spezies beweist. Es sind dann nämlich statt der fünf Blätter des Cyklus der $^2/_5$ Stellung vier oder sechs Blätter vorhanden, die sich entsprechend, wie ja auch die Spirale innerhalb des $^2/_5$ Cyklus zweimal die Achse umläuft, in zwei alternirende Quirle von je zwei, beziehungsweise je drei Blättern ordnen. Da nun das gleiche im Andröceum der Fall ist, so resultirt eine Anordnung dieser beiden Formationen in vier regelmäßig alternirende zwei- oder dreigliedrige Quirle. Dabei können dann die beiden Quirle des Perigons als Kelch und Krone ausgebildet sein (einige Monocotyledonen) oder zusammen ein einfaches Perigon vorstellen (viele Monocotyledonen, wie Liliaceen u. a., viele Julifloren, Polygoneen).

In anderen cyklisch gebauten Blüthen finden wir alternirende fünfgliedrige Quirle, wobei ebenfalls meist zwei dem Perigon (Kelch und Krone) und zwei dem Andröceum angehören. Tritt hier statt der Fünfzahl die Vierzahl auf, so besteht gewöhnlich der viergliedrige Kelch streng genommen aus zwei zweigliedrigen Quirlen, mit denen die Krone im ganzen alternirt, d. h. gekreuzte Stellung zeigt. Wo das Perigon in Kelch und Krone gesondert ist und zwei gleichzählige Staubblattkreise vorhanden sind, heißt der dem Kelch superponirte Kreis episepal, der der Krone superponirte epipetal. — Andere nicht so häufige Stellungsverhältnisse sollen bei den betreffenden Pflanzen besprochen werden.

Solche cyklische Blüthen, welche aus lauter gleichzähligen alternirenden Quirlen bestehen, werden eucyklisch genannt; die Anzahl der Quirl-

Digitized by Google

glieder wird durch die Ausdrücke, di-, tri-, tetra-, pentamer u. s. w. angegeben; gleichzählige Quirle heißen isomer; hemicyklisch heißen diejenigen, die zum Theil (meist im Perigon) cyklisch, zum Theil spiralig (meist im Androeceum) gebaut sind. Die Quirle werden gewöhnlich als Kreise, Cyklen bezeichnet.

Man drückt solche Stellungsverhältnisse ähnlich, wie wir oben bei der Blattstellung im allgemeinen gesehen haben, am anschaulichsten in Diagrammen aus, in denen der Kelch zu äußerst, das Gynäceum als das oberste Gebilde (auch bei epigynen Blüthen) zu innerst aufgetragen wird, und die einzelnen Formationen durch Zeichen kenntlich gemacht werden, die an ihre Form erinnern; so zeichnet man an den Kelchblättern die Mittelrippe, an den Staubblättern die Antherenhälften.

Verzeichnet man im Diagramm die Verhältnisse, wie man sie an der Blüthe findet, so erhält man das empirische Diagramm; zieht man jedoch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen und Vergleiche mit andern Pflanzen herbei, so findet man eine gewisse Übereinstimmung im Bau der Blüthen. Die Verschiedenheiten beruhen, abgesehen von der verschiedenen Form der Theile, in dem Fehlen eines oder des anderen Kreises, oder eines oder des anderen Blattes (Abortus, Fehlschlagen, Unterdrückung), seltener auch in der Vermehrung der Kreise und Glieder. Bezeichnet man die fehlenden (nicht sichtbaren, sondern durch Studium ergänzten) Glieder durch Punkte, so wird das Diagramm dem einer anderen Blüthe ganz ähnlich und man erhält so ein theoretisches Diagramm; hierdurch kommt man zur Aufstellung von Typen, welche einer großen Anzahl von Blüthen gemeinsam sind. So stellt z. B. das empirische Diagramm der Lilienblüthe (Fig. 180) zugleich den Typus für die Blüthe von Scirpus (Fig. 181) vor, in welcher gewisse Glieder fehlgeschlagen sind.

Unter den Vermehrungen ist besonders hervorzuheben die Verdoppelung (Fig. 182), nämlich die Anordnung, daß an Stelle eines Gliedes zwei auftreten; es kommt dies zu stande theils durch frühzeitige Verzweigung eines Gliedes, theils auch dadurch, daß zur Ausfüllung des Raumes statt eines Gliedes, das man erwarten sollte, deren zwei auftreten.

Als eine häufige Verschiebung soll hier noch erwähnt werden, daß die regelmäßige Alternation in eucyklischen (besonders vier- und fünfgliedrigen) Blüthen dadurch gestört werden kann, daß der innere Staubblattkreis, welcher normal den Kronenblättern superponirt ist und mit den Kelchblättern abwechselt, unter den äußeren herabrückt oder in diesen sich einschiebt (Fig. 183).

Wir haben bei Betrachtung der Stellungsverhältnisse bisher das Gynäceum unberücksichtigt gelassen, weil es gewöhnlich nicht so einfach an die vorhergehenden Kreise sich anschließt; sehr häufig sind die Fruchtblätter in geringerer Anzahl vorhanden, als die vorhergehenden Kreise Glieder enthalten; es lassen sich dann für deren Stellung keine allgemeinen Regeln angeben; ist das Gynäceum jedoch mit den Kreisen des Perigons und Androeceums gleichzählig (isomer), so alterniren meist die Fruchtblätter mit dem innersten Kreis des Androeceums (die meisten Monocotyledonen,

Digitized by Google

z. B. Fig. 180); wo jedoch die oben erwähnten Verschiebungen des Andröceums vorkommen, alterniren die Fruchtblätter bald mit dem thatsächlich inneren (Fig. 183), bald mit dem ursprünglich inneren Staubblattkreis.

Die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile lassen sich außer durch Diagramme auch durch Formeln ausdrücken, in denen ähnlich wie bei den Diagrammen der Übersichtlichkeit halber die Eigenthüm-

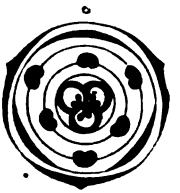


Fig. 180. Diagramm der Lilienblüthe.

Fig. 181. Diagramm der Blüthe von Scirpus.

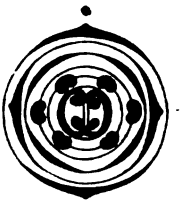


Fig. 182. Diagramm der Cruciferenblüthe; die medianen Staubblätter verdoppelt.

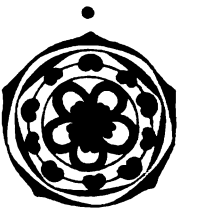


Fig. 183. Diagramm der Blüthe von Dictamnus; der obere Staubblattkreis (schraffirt) zwischen die Glieder des unteren eingerückt, dadurch auch die Stellung der Karpelle verschoben.

lichkeiten der Ausbildung größtentheils unberücksichtigt bleiben. So entspricht z. B. dem Diagramm Fig. 180 die Formel: $P3 + 3$, $A3 + 3$, $G\underline{(3)}$, wodurch gesagt ist, daß das Perigon (P) sowie das Andröceum (A) aus zwei, das Gynäceum (G) aus einem dreigliedrigen Kreise bestehen, welche sämmtlich miteinander alterniren. Superponirte Kreise werden durch einen dazwischengestellten Strich | kenntlich gemacht. Sind die Zahlenverhältnisse der einzelnen Kreise variabel, so wird statt der Zahl n gesetzt. So ist z. B. $Pn + n$, $An + n$, Gn die theoretische Formel für die meisten Monocotylen. Das Fehlen der Kreise wird durch die Ziffer 0 ausgedrückt, das einzelner Glieder durch die Anzahl der wirklich vorhandenen angedeutet. So ist z. B. die Formel der Blüthe von Scirpus (Fig. 181) folgende: $P3 + 3$, $A3 + 0$, $G\underline{(3)}$. Durch die Klammer (in den hier bereits erwähnten Formeln bei G) wird angedeutet, daß die betreffenden Blattgebilde (hier die Fruchtblätter) miteinander verwachsen sind. Ober- und unterständiger Fruchtknoten wird durch einen Strich unter oder über der betreffenden Zahl bezeichnet; Verdoppelung durch den Exponenten 2, z. B. dem Diagramm Fig. 182 entspricht die Formel: $K2 + 2$, $C \times 4$, $A2 + 2^2$ $G\underline{(2)}$; hier ist das Perigon in Kelch (K) und Krone (C) gesondert; das $\times$ bei C bedeutet, daß die vier Kronenblätter sich mit den vier Kelchblättern als Ganzem kreuzen. Staminodien können durch ein vorgesetztes † kenntlich gemacht werden; die Stellung der Fruchtblätter bei den oben erwähnten Verschiebungen im Andröceum wird durch einen vorgesetzten Strich | als den Kronenblättern superponirt gekennzeichnet.

Schließlich ist auch die Stellung der Blüthentheile zu den vorausgehenden Blattgebilden zu berücksichtigen; es geschieht dies am leichtesten bei seitlichen Blüthen, d. h. solchen, deren Achse außer den eigentlichen

Digitized by Google

Blattgebilden der Blüthe und den Vorblättern keine anderen Blattgebilde trägt; deren Blüthenstiel entspringt in der Achsel eines Deckblattes oder Tragblattes. Eine Ebene, welche durch die Blüthe so gelegt wird, daß sie die Abstammungsachse und die Mediane des Deckblattes in sich aufnimmt, heißt der Medianschnitt der Blüthe; die dazu rechtwinklige, die Blüthe halbirende: Lateralschnitt, eine zwischen diesen verlaufende: Diagonale. Diese Ausdrücke gelten auch, um die Stellung von Blüthentheilen zu bezeichnen; so sagt man von der Cruciferenblüthe Fig. 182, der äußere Kelchquirl steht median, die Fruchtblätter lateral, die Krone diagonal; es ist in diesen Diagrammen überall der Querschnitt der Abstammungsachse durch einen oben stehenden Punkt angedeutet, das stets diesem gegenüber, also unten zu denkende Tragblatt weggelassen; die Richtung gegen die Abstammungsachse wird als hinten, die gegen das Deckblatt als vorne bezeichnet.

Viele Blüthen haben nur ein Vorblatt (die meisten Monocotyledonen); dieses steht fast immer dem Deckblatt gegenüber, also hinter der Blüthe; aus einleuchtenden Gründen der Symmetrie steht dann ein Blatt des dreizähligen Kelches (und zwar bei spiraligem Bau das erste) nach vorne.

Sind zwei seitliche Vorblätter (gewöhnlich mit α und β bezeichnet) vorhanden, wie bei den meisten Dicotyledonen, so stehen zweizählige Quirle des Kelches damit gekreuzt, bei dreizähligem und fünfzähligem Kelch (sowohl quirlig als spiralig gebautem) fällt meistens ein Kelchblatt median nach hinten.

Die Symmetrie der Blüthe ist in derselben Weise, wie wir oben S. 2 für die Pflanzentheile im allgemeinen kennen gelernt haben, von dreierlei Art; es ist nur zu bemerken, daß für Blüthen, deren Blattgebilde quirlig angeordnet sind, wirkliche Symmetrie vorhanden ist, und für diese die Ausdrücke multilateral, bilateral, dorsiventral ersetzt werden können durch die Bezeichnungen: polysymmetrisch, zweifach symmetrisch, monosymmetrisch. Um nun die auf verschiedenen Seiten gleiche oder ungleiche Ausbildung, Gestalt der Blüthentheile zu bezeichnen, hat man schon seit längerer Zeit Ausdrücke eingeführt, welche wir beibehalten wollen. Eine monosymmetrische Blüthe oder allgemein eine Blüthe, welche nur durch einen einzigen Schnitt in zwei nicht wesentlich verschiedene Hälften getheilt werden kann (z. B. Fig. 184), heißt zygomorph (in älteren Werken unregelmäßig genannt); sind aber mehrere in gleicher Weise annähernd

Fig. 184. Blüthe von Heracleum mit zygomorpher Corolle (vergr.) (nach *Sachs*).

Digitized by Google

oder wirklich symmetrisch theilende Schnitte möglich, so heißt die Blüthe aktinomorph, regelmäßig. Unregelmäßig oder asymmetrisch nennen wir eine Blüthe nur dann, wenn sie in gar keiner Weise symmetrisch getheilt werden kann (z. B. Canna). In zygomorphen Blüthen ist der symmetrisch theilende Schnitt zumeist der Medianschnitt, nur selten der Lateralschnitt (z. B. Corydalis) oder ein diagonaler Schnitt (z. B. Aesculus). Zweifach symmetrische Blüthen (z. B. Diclytra) werden den zygomorphen zugezählt. Wie erwähnt, beziehen sich diese Ausdrücke auf die fertige Gestalt der Blüthe; es kommt sehr häufig vor, daß eine Blüthe der Anlage und Stellung der Blätter nach multilateral ist und sich zygomorph ausbildet; es kann aber auch schon die Stellung an der Blüthenachse mehr oder minder dorsiventral sein, Verhältnisse, die sich aus dem Vergleich des Diagrammes mit der Gestalt der Blüthe ergeben; die Stellung und Zahl der Fruchtblätter wird bei Beurtheilung der Symmetrie gewöhnlich nicht mit in Betracht gezogen.

Will man die Symmetrieverhältnisse in den Formeln (s. oben S. 216) mit ausdrücken, so bezeichnet ↓ medianzygomorph, → lateralzygomorph, während aktinomorphe Blüthen ohne weitere Bezeichnung bleiben.

Pelorien heißen solche aktinomorphe Blüthen, welche sich an Pflanzen, deren Blüthen normal zygomorph ausgebildet sind, abnormer Weise vorfinden, besonders häufig am Ende von Infloreszenzachsen, deren Seitenblüthen zygomorph sind.

Die Bestäubung. Zur Einleitung der Befruchtung muß, wie bereits erwähnt, der Pollen auf die Narbe gelangen; bei einer Anzahl von hermaphroditen Blüthen und zwar bei kleinen, unscheinbaren, gelangt der Pollen aus den Antheren der gleichen Blüthe auf die Narbe durch sehr einfache Mittel, indem der Pollen bald auf die tiefer stehende Narbe herabfällt, bald durch benachbarte Stellung der beiden Organe beim Öffnen der Anthere in unmittelbare Berührung mit der Narbe gelangt. In diesen Fällen übt der Pollen der eigenen Blüthe vollkommen befruchtende Wirkung aus. — Bei diklinischen Blüthen ist es selbstverständlich, daß der Pollen aus fremden Blüthen auf die Narbe kommen muß; es ist aber eine Anzahl von Pflanzen mit hermaphroditen Blüthen bekannt, in welchen gewöhnlich eine Übertragung des Pollens aus anderen Blüthen, Fremdbestäubung, stattfindet. Diese Rolle der Übertragung wird für manche unscheinbare Blüthen, z. B. von Getreidearten, vom Winde übernommen, für diejenigen Blüthen aber, welche durch Größe, Farbe, Geruch, reiche Honigabsonderung sich auszeichnen, besorgen die Insekten, welche des Honigs halber, sowie um den Pollen als Nahrungsmittel für sich zu sammeln, die Blumen aufsuchen, die Übertragung. In einigen dieser Fälle ist es konstatirt, daß nur der Pollen fremder Blüthen befruchtende Wirkung ausübt, daß der eigene Pollen der Blüthe unfruchtbar, selbst geradezu schädlich ist, folglich Fremdbestäubung nothwendig ist; in anderen Fällen ist der eigene Pollen zwar nicht unfruchtbar, aber doch in geringerem Grade befruchtungsfähig als der fremde; hier ist also Fremdbestäubung vortheilhaft: in noch ande-

Digitized by Google

ren Fällen endlich ist die befruchtende Wirkung des eigenen Pollens ebenso groß, als die des fremden, und es liegt hier also der Vortheil der Fremdbestäubung offenbar nur in der kräftigeren Nachkommenschaft, welche durch die Vermischung verschiedener Individuen entsteht.

In solchen Blüthen, für welche Fremdbestäubung nothwendig oder nützlich ist, sind nun Einrichtungen der mannigfaltigsten Art getroffen, einerseits um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu beschränken, andrerseits um die Fremdbestäubung zu ermöglichen; endlich auch, um im Falle des Ausbleibens der Fremdbestäubung schließlich noch Selbstbestäubung zu bewirken; letzteres natürlich nur da, wo der eigene Pollen befruchtungsfähig ist; es leuchtet ja ein, daß eine, wenn auch nicht sehr ausgiebige Befruchtung mit eigenem Pollen immer noch nützlicher ist, als gar keine.

Unter den Einrichtungen, welche die Selbstbestäubung verhindern, ist die einfachste die, daß vermöge der gegenseitigen Stellung von Antheren und Narbe der Pollen nicht auf die Narbe der gleichen Blüthe von selbst gelangen kann (z. B. Aristolochia, Fig. 185); oder aber in einer Anzahl von Blüthen verkümmern die männlichen, in anderen die weiblichen Organe, d. h. sie sind wohl vorhanden, aber nicht funktionsfähig; es ist dies eine Annäherung an Diklinie, z. B. bei der Feuerlilie, in der man gewöhnlich in den einen Blüthen die Fruchtknoten, in den andern die Antheren verkümmert findet; drittens sehr häufig ist die Dichogamie, d. h. die Einrichtung, daß beiderlei Organe sich ungleichzeitig entwickeln; die Blüthen sind dann entweder protandrisch, d. h. die Staubblätter jeder Blüthe entwickeln sich zuerst und haben den Pollen schon entleert, wenn die Narbe der gleichen Blüthe fähig wird Pollen aufzunehmen; oder protogyn, d. h. die Narben entwickeln sich schon, bevor die Antheren der gleichen Blüthe den Pollen entlassen; in letzterem Falle ist natürlich Selbstbestäubung nur dann ausgeschlossen, wenn die Narbe während des Verstäubens schon abgewelkt ist; es giebt aber auch protogyne Blüthen, in denen die Narbe lange Zeit frisch bleibt, also doch durch eigenen Pollen bestäubt werden kann.

Unter den Einrichtungen, welche die Fremdbestäubung durch Insekten ermöglichen, sind zunächst die Anlockungsmittel der Blüthen für die Insekten, als lebhafte Farben, Geruch, reiche Honigabsonderung zu erwähnen; viele Farbenzeichnungen erfüllen die Aufgabe, den Insekten den Zugang zum Honig bemerkbar zu machen. Die Form der Blüthen, die Lage des Honigs, die Stellung und Richtung der Staubblätter zu den übrigen Blüthentheilen, besonders den Narben, die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwickelung der Blüthentheile, alle diese Umstände wirken in den mannigfaltigsten Kombinationen zusammen, um die Fremdbestäubung zu sichern, sowie auch bisweilen, um nur bestimmten Insekten, z. B. Schmetterlingen mit langen Rüsseln den Zugang zu gestatten. Freilich giebt es auch Fälle, wo die Insekten gelegentlich auch Pollen der eigenen Blüthe mit der Narbe in Berührung bringen.

Als einer ziemlich einfachen Erscheinung sei hier besonders der Heterostylie (Dimorphismus) gedacht, welche z. B. bei den Schlüssel-

Digitized by Google

blumen, Pulmonarien u. a. vorkommt. Diese Pflanzen haben zweierlei Blüthen; in den einen sind die Staubblätter kurz und die Griffel viel länger, so daß die Narbe oberhalb der Antheren steht; in den anderen stehen umgekehrt die Antheren auf langen Staubblättern über der Narbe, und zwar so, daß die Antheren in der einen Blüthenform auf derselben Höhe stehen, wie die Narben der anderen (s. Fig. 282). Da nun durch die Lage der Nektarien und die Form der übrigen Blüthentheile ein die Blüthe besuchendes Insekt genöthigt wird, bei jedem Besuche die gleiche Stellung einzunehmen, so streift es mit demselben Körpertheil, mit dem es in der ersten Blüthe die Antheren berührt und Pollen hinweggenommen hat, in der folgenden die Narbe und legt den an ihm hängen gebliebenen Pollen ab. Versuche mittelst künstlicher Übertragung des Pollens haben nun gezeigt, daß dann die ausgiebigste Befruchtung eintritt, wenn die auf gleicher Höhe stehenden Organe zusammenwirken. Das Gleiche gilt von den trimorphen Pflanzen, z. B. Oxalis, wo zweierlei Blüthen mit drei verschiedenen Längen des Griffels und der beiden Staubblattkreise vorkommen.

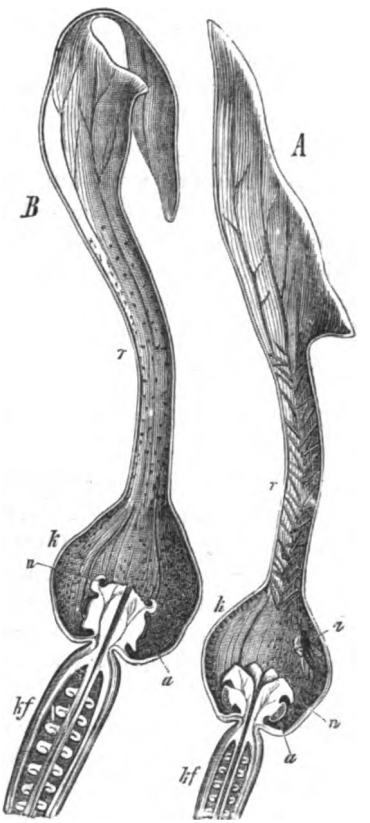


Fig. 185. Blüthe von Aristolochia. *A* vor, *B* nach der Befruchtung; *r* Röhre des Perigons, *k* Kessel desselben, *n* Narbe, *a* Antheren, *l* ein Insekt; *kf* Fruchtknoten (nach *Sachs*).

Als Beispiele komplizirter Einrichtungen zum Zweck der Fremdbestäubung mögen hier Aristolochia und Epipactis, eine Orchidee, beschrieben werden.

Die Blüthe von Aristolochia Clematitis (Fig. 185) ist protogyn; die Insekten können durch die Röhre des Perigons (Fig. 185 *r*), welche mit abwärts gekehrten Haaren ausgekleidet ist, ungehindert eintreten und auf der Narbe den mitgebrachten Pollen abstreifen; die Haare der Röhre verwehren ihnen aber den Ausgang. Wenn die Narbe bestäubt ist, schlagen sich deren Lappen (Fig. 185 *A* und *B*, *n*) nach oben und machen so die sich öffnenden Antheren zugänglich; das Thier (Fig. 185 *l*), welches fortwährend Versuche macht, dem Gefängnis zu entkommen, kriecht nach unten, wo sich ihm der ausfallende Pollen anhängt; um diese Zeit schrumpfen die Haare der Röhre und das Insekt kann, mit Pollen beladen, entweichen, um denselben trotz der gemachten Erfahrung in eine zweite Blüthe zu tragen.

Digitized by Google

Die eben befruchtungsfähig gewordenen Blüthen sind aufrecht und die Röhre des Perigons ist oben geöffnet, so daß das Insekt ungehindert eintreten kann; nach der Befruchtung aber neigt sich der Stiel abwärts und die Röhre wird durch den großen Lappen des Perigons geschlossen, so daß also die Insekten nicht in die Lage kommen, bereits befruchtete Blüthen zu besuchen.

In der Blüthe von Epipactis sitzt die Anthere über der Narbe und entläßt nicht einzelne Pollenkörner, sondern die ganzen Pollensäcke werden bei Berührung eines klebrigen Theils der Narbenfläche (des Rostellum *h*, Fig. 186) sammt diesem hinweggenommen. Das Insekt kriecht in die Blüthe, um den in der Höhlung des einen Perigonblattes (des Labellum *l*, Fig. 186) abgesonderten Nektar zu holen, und zieht beim Herauskriechen das Rostellum sammt den Pollenmassen hinweg, ähnlich wie die Bleistiftspitze *b* in Fig. 186, trägt es mit sich fort und setzt es in der nächsten Blüthe an die Narbe ab.

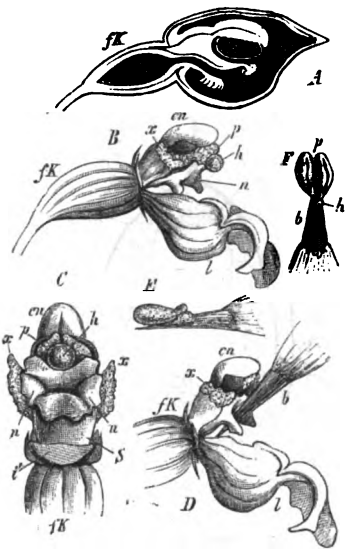


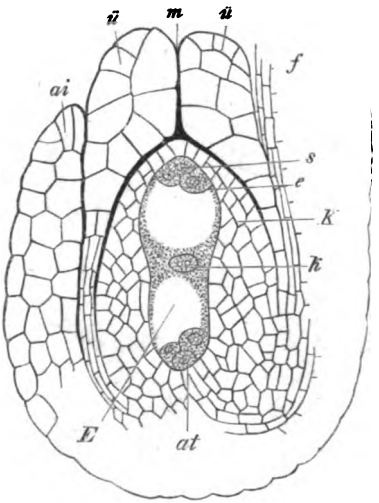
Fig. 186. Epipactis latifolia. *A* Längsschnitt einer Blüthenknospe, *B* ganz offene frische Blüthe nach Wegnahme der Perigontheile mit Ausnahme des Labellums *l*, *C* nach Wegnahme aller Perigontheile von vorn gesehen. *fK* Fruchtknoten, *l* Labellum, *n* Narbe, *cn* Connectiv der Anthere, *p* die beiden Pollenmassen, *h* Rostellum; *xx* die zwei seitlichen Staminodien. *D* eine Bleistiftspitze *b* nach Art eines Insektenrüssels eingeführt, *E* und *F* dieselbe wieder herausgezogen mit den daran haftenden Pollenmassen *p* und Rostellum *h* (nach *Sachs*).

Die Befruchtung. Auf der Narbe angelangt, treiben die Pollenkörner Pollenschläuche, welche durch das Gewebe des Griffels hindurch in die Fruchtknotenhöhle und durch die Mikropyle je einer Samenanlage bis an deren Kern hinwachsen (Fig. 188 *P*, *n*). Die Zeit, welche der Pollenschlauch hierzu braucht, hängt theils von der Länge dieses Wegs, theils auch von spezifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze ab; so braucht der Pollenschlauch von Crocus, um den etwa 5—10 cm langen Griffel zu durchsetzen, nur einen bis drei Tage, während er bei Orchideen, wo er einen Weg von kaum 2—3 mm zu durchsetzen hat, mehrere Tage, selbst Wochen und Monate braucht; ja hier bilden sich inzwischen erst die Samenanlagen im Fruchtknoten aus.

Der Embryosack liegt bei den Angiospermen immer am vorderen Ende des Kerngewebes, ja wächst manchmal selbst in die Mikropyle hinein. Er enthält, außer einem Zellkern, in der Regel sechs durch freie Zellbildung entstandene Zellen, wovon drei, die Antipoden (Fig. 187 *at*), im hinteren Ende, drei im vorderen Ende liegen; von letzteren ist eine die zu befruchtende Eizelle (Fig. 187 *e*), die beiden anderen die Synergiden (Fig. 187 *s*),

Digitized by Google

durch welche die aus dem Pollenschlauch übertretenden befruchtenden Stoffe hindurchwandern. In Folge der Befruchtung umgiebt sich die Eizelle mit einer Membran und wächst zu einem meist kurzen Embryoträger aus, an dessen unterem Ende sich der Embryo heranbildet (Fig. 188 *E*). Unter-



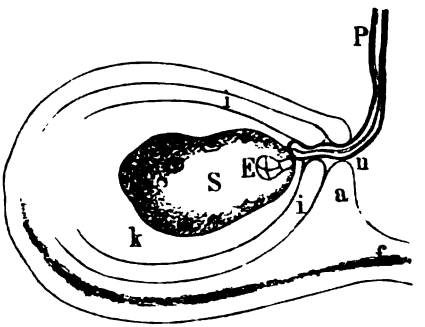


Fig. 188. Schematische Darstellung einer Samenanlage, kurz nach der Befruchtung; *a* äußeres und *i* inneres Integument, *f* Funiculus, *k* Nucellus, *S* Embryosack, darin der aus der befruchteten Eizelle entstandene Embryo *E*, sowie das durch freie Zellbildung entstehende Endosperm. *P* Pollenschlauch, der durch die Mikropyle *u* eingedrungen war.

Fig. 187. Längsschnitt durch eine Samenanlage von Lilium bulbiferum vor der Befruchtung (70); *f* Funiculus, *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *K* das Kerngewebe, *E* der Embryosack, *k* dessen Zellkern, *at* die Antipoden, *e* die Eizelle, *s* die beiden Synergiden.

dessen erfüllt sich der übrige Raum mit Endosperm (Fig. 188), welches meist durch freie Zellbildung unter wiederholter Theilung des Kerns (Fig. 187 *k*) des Embryosacks, in mehreren Fällen jedoch durch Theilung des Embryosacks entsteht.

In diesem Endosperm werden Nahrungsstoffe abgelagert, welche vom Keimpflänzchen in der ersten Zeit seiner Weiterentwickelung, bei der Keimung verbraucht werden. In vielen Samen wird aber das Endosperm durch den sich ausbildenden Embryo ganz oder größtentheils wieder aufgesogen; die Nahrungsstoffe werden dann bald in dem sich vermehrenden Gewebe des Kerngewebes (z. B. Canna, Pfeffer, Fig. 189 *B*, *P*), dem Perisperm, bald aber auch im Keim selbst, in dessen dann mächtig heranwachsenden Cotyledonen abgelagert (z. B. Bohne, Roßkastanie, Mandel, Fig. 189 *C*).

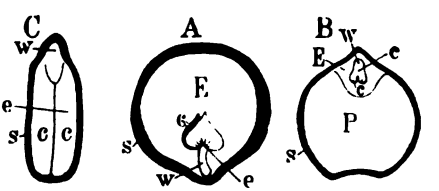


Fig. 189. Durchschnitte reifer Samen, *A* mit Endosperm *E* von Strychnos Nux vomica, *B* mit Endosperm *E* und Perisperm *P*, von Piper, *C* ohne Endosperm, der Mandel, *s* Samenschale, *e* der Embryo, *w* dessen Würzelchen, *cc* dessen Cotyledonen.

Die Frucht. Die Folgen der Befruchtung äußern sich nicht bloß darin, daß die Eizelle zum Embryo und die Samenanlage zum Samen wird, son-

Digitized by Google

dern erstrecken sich auf das ganze Gynäceum, bisweilen auch noch auf andere Blüthentheile. Als Frucht im strengen Sinne bezeichnet man dasjenige, was infolge der Befruchtung aus dem Fruchtknoten wird. es ist sonach die Bildung eines Embryos und Samens in der Regel Bedingung der Ausbildung einer Frucht; doch giebt es bekanntlich taube Samen ohne Embryonen, ebenso taube Früchte, welche nur taube Samen enthalten. In manchen mehrfächerigen Fruchtknoten wird nur ein Fach weiter ausgebildet, welches allein Samen enthält (z. B. Valeriana, Eichel, Linde), die übrigen schlagen fehl.

Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung echter Früchte zur Fruchtschale, Perikarpium; dasselbe läßt im allgemeinen drei Gewebeschichten unterscheiden, zu äußerst das Epikarp, in der Mitte das Mesokarp und zu innerst das Endokarp.

Enthält eine Blüthe mehrere getrennte Fruchtknoten, so wird, bei vollständig erfolgender Befruchtung, jeder derselben zu einer Frucht; es gehen sonach mehrere Einzelfrüchte aus einer Blüthe hervor; es ist aber zweckmäßig, die aus einer Blüthe, einem Gynäceum hervorgehenden Früchte zusammenzufassen unter dem Begriff Sammelfrucht, Synkarpium; eine solche Sammelfrucht ist z. B. die Himbeere, wo die einzelnen Fruchtknoten fleischig werden, der Sternanis (Fig. 190); die einzelnen Früchte können sich in verschiedener Weise ausbilden, wie dies unten für die echten Früchte überhaupt gezeigt werden soll.

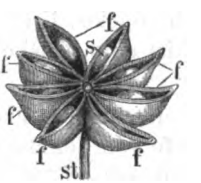


Fig. 190. Sammelfrucht von Illicium anisatum (Sternanis), *st* Blüthenstiel, *ff* die einzelnen Früchte, mit je einem Samen *s*, zusammen ein Synkarpium bildend.

Vorher ist aber noch darauf aufmerksam zu machen, daß sich an der Bildung des nach der Befruchtung sich entwickelnden, die Samen einschliessenden Organs, der im gewöhnlichen Leben sogenannten Frucht, auch noch andere Blüthentheile betheiligen können; so kommen die sog. Scheinfrüchte zu stande. Eine solche Scheinfrucht ist z. B. die Erdbeere, an welcher der Blüthenboden, also die Achse fleischig wird, heranwächst, und die einzelnen einfächerigen Früchte in Form harter Körnchen einschließt. Ein Beispiel einer anderen Scheinfrucht ist die Feige (s. unten Fig. 231), nämlich ein fleischiger Blüthenstand, d. h. eine Achse, welche zahlreiche einzelne Blüthen trägt; diese sitzen in der Höhlung der Feige und die einzelnen Früchte erscheinen als harte Körnchen. — In anderen Fällen betheiligt sich an der Bildung einer Scheinfrucht eine aus Blättern gebildete Hülle (Cupula), welche erst nach der Befruchtung heranwächst und entweder eine einzelne Frucht, wenigstens theilweise, einschließt (z. B. der Napf an der Eichel, s. unten Fig. 225) oder mehrere einzelne Früchte (z. B. die haarige, vierklappig aufspringende Hülle der Buchenfrucht, die stachelige Hülle der echten Kastanie).

Bei der Eintheilung der verschiedenen Fruchtformen ist sowohl auf den Bau des Fruchtknotens, als auf die Veränderungen desselben bis zur Fruchtreife, insbesondere darauf Rücksicht zu nehmen, ob aus der Frucht

Digitized by Google

nur die Samen entleert werden, oder ob die Frucht als Ganzes oder theilweise sich von der Mutterpflanze loslöst und die Samen umschließt. Sonach erhalten wir folgende Übersicht:

A. Die Samen werden aus der Frucht frei, besitzen eine stark entwickelte Samenschale.

I. Springfrüchte. Die mit herannahender Reife vertrocknende, oder wenigstens an Saftgehalt nicht zunehmende Fruchtwandung springt auf und entläßt die Samen; das Aufspringen erfolgt meistens

a) der Länge nach; nach der näheren Modalität des Aufspringens und dem Bau des Fruchtknotens unterscheidet man:

1) die Balgfrucht (Folliculus) besteht aus einem Karpell, welches längs der Bauchnaht aufspringt und dort auch die Samen trägt, z. B. die Einzelfrüchte von Spiraea, Paeonia, Illicium (Fig. 190 *f*).

2) die Hülse (Legumen) besteht ebenfalls aus nur einem Karpell, das aber sowohl an der Bauchnaht als am Rücken aufspringt (Fig. 192 *A*, z. B. Wicke, Erbse, Bohne, überhaupt die meisten Leguminosen; hier und da ist eine falsche Scheidewand vorhanden.

3) Die Schote (Siliqua) besteht aus zwei Karpellen, welche einen zweifächerigen Fruchtknoten bilden; die beiden Karpelle lösen sich bei der Reife von der Basis an als sog. Klappen von einander und von der auf dem Blüthenstiel stehen bleibenden Scheidewand, z. B. Raps, Senf, überhaupt die meisten Cruciferen (Fig. 192 *C*).

4) Die Kapsel (Capsula) entsteht aus einem polymeren ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten und zerspaltet in zwei oder mehr Klappen, die vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen (Fig. 192 *B*). Werden dabei die Karpelle von einander getrennt, also bei mehrfächerigen Fruchtknoten die Scheidewände gespalten (Fig. 191 *A*), so heißt die Art des Aufspringens wandspaltig (Dehiscentia septicida, Fig. 191 *A*); wird dagegen jedes Karpell in seiner Mitte gespalten, so heißt das Aufspringen klappenspaltig (D. loculicida, Fig. 191 *B*); bei mehrfächerigen Fruchtknoten können auch die Scheidewände in der Mitte zu einer Säule vereinigt bleiben und sich von den Klappen trennen; tritt dies in Verbindung mit der septiciden Dehiscenz ein, so heißt diese septifrag (Fig. 191 *C*).

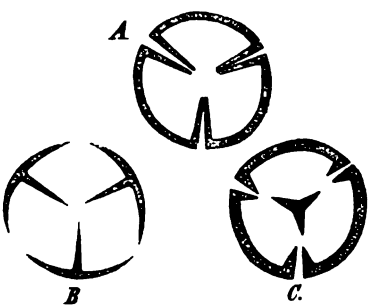


Fig. 191. Schematische Querschnitte aufgesprungener Kapseln; *A* septicide, *B* loculicide, *C* septifrage Dehiszenz.

b) Der Quere nach öffnet sich das sogenannte Pyxidium z. B. von Plantago, Anagallis, Hyoscyamus (Fig. 192 *E*); es fällt die obere Kappe der Fruchtwand wie ein Deckel ab.

Digitized by Google

c) Die Porenkapsel, z. B. Mohn (Fig. 192 *D*), entläßt die Samen durch kleine Löcher, welche durch Ablösung kleiner Stücke an bestimmten Stellen der Fruchtwand entstehen.

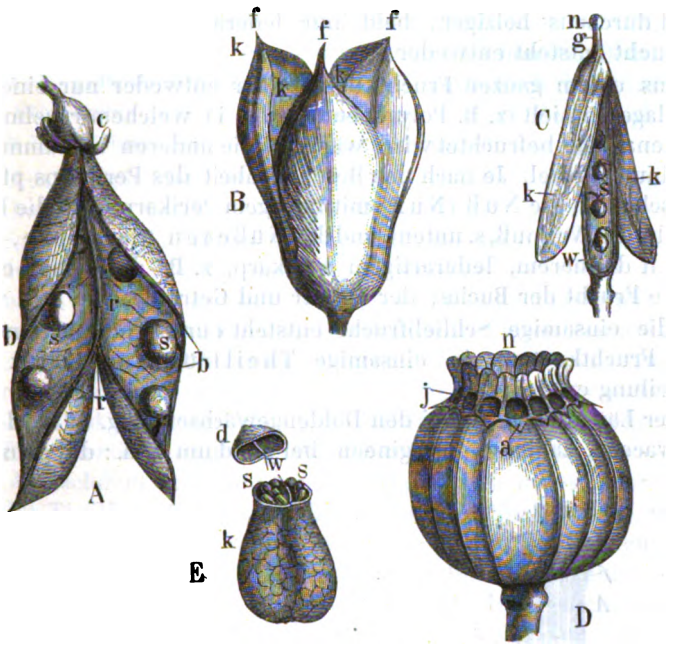


Fig. 192. Trockene Springfrüchte. *A* Hülse der Erbse, *r* Rücken-, *b* Bauchnaht, *c* Kelch, *s* die Samen. *B* septicide Kapsel der Herbstzeitlose, *fff* die drei sich trennenden Fruchtblätter. *C* Schote von Brassica; *kk* die Klappen, *w* die Scheidewand mit den Samen *s*; *g* Griffel, *n* Narbe. *D* Porenkapsel des Mohns, von Papaver somniferum; *n* Narbe, *j* die Poren, entstanden durch Zurückschlagen der Stücke *a*. *E* Pyxidium von Hyoscyamus, *d* der abspringende Deckel, *w* die Scheidewand, *s* die Samen.

II. Als Bruchfrüchte kann man diejenigen mehrsamigen Früchte mit trockenem Perikarp zusammenfassen, welche zwar zur Reifezeit die Samen einschließen und als Ganzes sich von der Pflanze loslösen, welche aber doch eine nachträgliche unregelmäßige Zertrümmerung erfahren, so daß die Samen wenigstens bis zur Keimung frei werden; so die nicht aufspringenden »Hülsen« von Gleditschia, Ceratonia, die Früchte gewisser Sorten von Mohn und Lein.

III. Die Beerenfrucht (Bacca); die Fruchtwandung wird saftig, ihre Zellen füllen sich speziell für den Reifezustand mit meist zuckerhaltigem Safte; in dem weichen Fruchtfleische liegen die hartschaligen Samen, welche somit nach Zerstörung des Fruchtfleisches frei sind. Das Epikarp bildet bald eine zarte Umhüllung der Beere, so bei den Johannisbeeren, Weintrauben, bald eine lederartige Schale, so z. B. bei den Citronen und Orangen, ja kann selbst holzig werden bei den Kürbisfrüchten. Eine andere Modifikation bildet die Apfelfrucht, bei der die Auskleidung der Fruchtfächer, das Endokarp, von etwas derberer Konsistenz ist.

Digitized by Google

B. Die Samen werden bis zur Keimung von der ganzen Fruchtwandung oder wenigstens einzelnen Theilen derselben umschlossen, und besitzen eine nur schwach entwickelte Samenschale.

IV. Die Schließfrüchte besitzen ein vollständig trockenes Perikarp, von bald durchaus holziger, bald nur lederartiger Beschaffenheit; die Schließfrucht entsteht entweder

a) aus einem ganzen Fruchtknoten, der entweder nur eine einzige Samenanlage enthielt (z. B. Polygoneen), oder in welchem regelmäßig nur eine Samenanlage befruchtet wird, während die anderen verkümmern, z. B. die Haselnuß, Eichel. Je nach der Beschaffenheit des Perikarps pflegt man zu unterscheiden die Nuß (Nux) mit holzigem Perikarp, z. B. die Haselnuß (aber nicht die Wallnuß, s. unten), und das Nüßchen (Caryopse, Achaenium) mit dünnerem, lederartigem Perikarp, z. B. die Eichel, echte Kastanie, die Frucht der Buche, der Gräser und Getreidearten u. s. w.; oder

b) die einsamige Schließfrucht entsteht durch Theilung eines mehrsamigen Fruchtknotens in einsamige Theilfrüchte, Merikarpien; diese Theilung erfolgt

α) der Länge nach, so bei den Doldengewächsen (Fig. 193), den Ahornen, Malvaceen, Labiaten, Boragineen, bei Erodium u. a.; die ganze Frucht

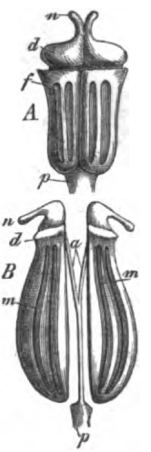


Fig. 193. Carum Carvi, eine Umbellifere; *A* Fruchtknoten der Blüthe (*f*); *B* reife Frucht, die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet einen Halter, Carpophorum (*a*).

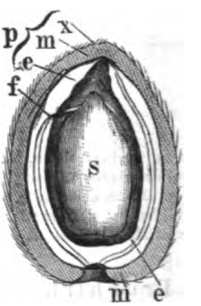


Fig. 194. Längsschnitt der Steinfrucht des Mandelbaums; *s* der Same befestigt am Funiculus *f*; *e* das harte Endokarp, *m* das Mesokarp, *x* das Epikarp, zusammen das Perikarp *p* bildend.

läßt sich auch vergleichen mit einer septiciden Kapsel, bei welcher die Klappen sich nicht nach innen öffnen, sondern die Samen völlig umschließen;

oder β) der Quere nach, hierher gehört die Gliederhülse von Hedysarum, Hippocrepis und anderen Papilionaceen, welche im Bau mit einer Hülse übereinstimmt, aber nicht der Länge nach aufspringt, sondern in so viele einsamige Querglieder zerfällt, als Samen hintereinander liegen; analog verhält sich die Gliederschote von Raphanus und anderen Cruciferen.

Digitized by Google

V. Die Steinfrucht (Drupa) bildet ihr Endokarp sklerenchymatisch aus zu einem Steinkern (Fig. 194 *e*), welcher den Samen bis zur Keimung umschließt; das Mesokarp ist sehr saftreich, z. B. bei den Kirschen und Pflaumen, minder saftig bei der Mandel, Wallnuß; oder auch trocken, wie bei der Cocosnuß, welche diese Form mit den Schließfrüchten verknüpft.

Daran schließt sich auch, vergleichbar mit den Theilfrüchten, der Steinapfel, z. B. von Crataegus; hier wird jedes Fach des Fruchtknotens zu einem Steinkerne, deren sonach mehrere in einer Frucht sich befinden und durch Zerstörung des fleischigen Mesokarps frei werden.

Die Ausbildung der Früchte und Samen zeigt verschiedene Anpassungserscheinungen, welche der möglichst leichten und weiten Verbreitung dienen. So werden die saftigen Früchte, die Beeren und Steinfrüchte, von Thieren, insbesondere Vögeln verzehrt, die hartschaligen Samen und Steinkerne aber unverdaut abgegeben; so finden sich bald flügelartige Ausbreitungen und Anhängsel, welche einer Fortbewegung durch den Wind förderlich sind, Haarschöpfe, Federkronen, welche insbesondere ein Aufsteigen bei trockener, ruhiger Luft, ein Niederfallen bei feuchter Luft bewirken, ferner borsten- oder hakenförmige Anhängsel, durch welche die Früchte oder Samen am Fell oder Gefieder der Thiere festgehalten und dadurch verschleppt werden. Je nachdem der Same von der Pflanze sich loslöst oder die ganze Frucht oder Theilfrüchte, welche die Samen umschließen, sich abtrennen, sind es nun auch die Samen einerseits oder die Früchte, beziehungsweise Theilfrüchte andrerseits, welche die betreffenden Einrichtungen besitzen; so finden wir häutige Flügel oder Anhängsel an den Samen von Catalpa, den Früchten von Ulmus, Betula, Acer, oder als Hüllen einer ganzen Blüthe bei Carpinus, selbst an einem Blüthenstande bei Tilia; Haarschöpfe u. dgl. finden sich an den Samen der Weiden, Pappeln, der Baumwolle, an den Früchten der Disteln und anderer Compositen; hakige Anhängsel an den Theilfrüchten vieler Doldengewächse, Borragineen, an den Früchten von Galium, aber auch an den ganzen Blüthenköpfen von Lappa. — Besondere Einrichtungen sind die langen Schnäbel von Erodium, die vermöge ihrer Hygroskopizität sich spiralig auf- und zudrehen und dadurch die Theilfrüchtchen in die Erde einbohren.

Während einzelne Samen sofort nach der Reife keimen (z. B. viele Papilionaceen, Weiden, Ulmen), bedürfen die meisten einer längeren Ruhe, manche wie Carpinus, Esche selbst anderthalb Jahre.

Die erste Achse des Keimpflänzchens schließt nur bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen wieder mit einer Blüthe ab; diese Pflanzen heißen einachsig; gewöhnlich endigen erst Sprosse des zweiten, dritten oder höheren Grades mit einer Blüthe; die Pflanzen heißen dann: zwei-, drei-, mehrachsig.

Die blüthentragenden Sprosse der Angiospermen bilden sehr häufig reiche Verzweigungssysteme, welche von dem vegetativen Theil der Pflanze gewöhnlich scharf abgegrenzt sind, und außer den Blattgebilden der Blüthe nur Hochblätter (Bracteen), nämlich deren Trag- oder Deckblätter und die

Digitized by Google

Vorblätter, oder gar keine Blattgebilde tragen. Diese Verzweigungssysteme werden als **Blüthenstände, Infloreszenzen** bezeichnet.

Die Verzweigung ist in den Blüthenständen, wie überhaupt bei den Angiospermen, vorwiegend monopodial und axillär. Einige scheinbare Abweichungen von der axillären Verzweigung lassen sich leicht auf diese allgemeine Regel zurückführen; so sind z. B. in den Trauben der meisten Cruciferen die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele abortirt, ebenso in den Köpfen vieler Compositen; bei Solaneen erleidet das Deckblatt häufig eine Verschiebung, so daß es an dem Achselsproß selbst seitlich zu stehen scheint; andererseits kommt es auch vor, daß der Achselsproß mit seinem Muttersproß eine Strecke weit verwächst.

Unter Zugrundelegung der oben S. 11 behandelten allgemeinen Verzweigungsgesetze unterscheiden wir die verschiedenen Blüthenstände in folgender Weise:

A. **Racemöse Blüthenstände.** Sie kommen dadurch zu stande, daß eine Achse zahlreiche Seitensprosse in akropetaler Reihenfolge erzeugt, welche sich gewöhnlich nicht stärker entwickeln, als der über ihrer Insertion liegende Theil der Hauptachse. Für die Begriffsbestimmung ist es gleichgültig, ob die Hauptachse mit einer Blüthe abschließt oder nicht. Endigen die Seitensprosse erster Ordnung, welche an der Hauptachse des Blüthenstandes, der Spindel enspringen, sofort, ohne sich weiter zu verzweigen, mit einer Blüthe, so heißt der Blüthenstand:

I. Einfach:

1) Die Traube (Racemus); die Hauptachse ist langgestreckt, die Blüthenstiele entspringen meist entfernt von einander. Dabei kann eine Endblüthe vorhanden sein oder nicht, z. B. Berberis, Robinia, die Cruciferen, bei welch letzteren die Deckblätter der Blüthenstiele fehlen, aber nicht die Weintraube (s. unten Nr. 4); sind die Blüthen sitzend, so heißt der Blüthenstand eine Ähre (Spica, Fig. 195 *A*), z. B. die männlichen Ähren von Carex; ist dabei die Spindel dick und fleischig, so wird die Bezeichnung Kolben (Spadix) angewendet; letztere trägt unterhalb der Blüthen häufig ein mächtig entwickeltes Hochblatt, die Scheide (Spatha), z. B. Arum, Richardia.

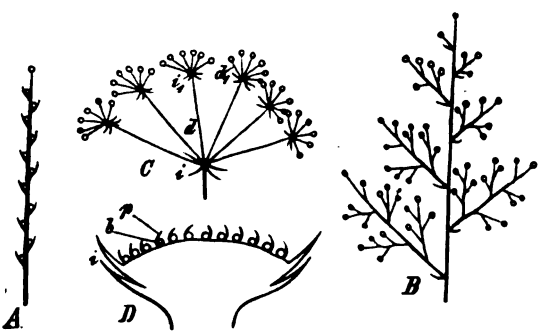


Fig. 195. Schematische Darstellung racemöser Blüthenstände. *A* Ähre; *B* zusammengesetzte Traube; *C* zusammengesetzte Dolde; *d* Strahlen der Dolde, *i* Involucrum, d_1 Strahlen der Döldchen, i_1 Involucellum. *D* Köpfchen, *i* Involucrum, *b* Blüthen, *p* Deckblätter.

2) Das Köpfchen (Capitulum, Fig. 195 *D*); die Hauptachse ist ver-

Digitized by Google

kürzt, konisch oder kuchenförmig ausgebreitet oder selbst napfartig ausgehöhlt, z. B. Compositen, wohin Löwenzahn, Sonnenrose, Scabiosen. Die Deckblätter der einzelnen Blüthen (Fig. 195 *D*, *p*) fehlen bisweilen; das ganze Köpfchen wird an der Basis von einer Anzahl Hochblätter umgeben, dem Hüllkelch (Involucrum, Fig. 195 *D*, *i*), wodurch der Blüthenstand äußerlich einer Einzelblüthe ähnlich wird.

3) Die Dolde (Umbella, Fig. 195 *C*, d_2); eine große Zahl langgestielter Blüthen entspringt dicht gedrängt aus einer sehr verkürzten Spindel, welche gewöhnlich keine Endblüthe trägt, z. B. Epheu, Schlüsselblume. Die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele, der Strahlen, sind gewöhnlich nicht vollzählig vorhanden und heißen Hülle, Involucrum.

II. Zusammengesetzte racemöse Blüthenstände kommen dadurch zu stande, daß die Seitensprosse, welche bei den eben angeführten Formen die Blüthen tragen, sich wiederum nach racemösem Typus weiter verzweigen, oder mit anderen Worten: Blüthenstände, welche einer der im obigen aufgezählten Formen angehören, sind wiederum nach racemösem Typus zu einem größeren Blüthenstande zusammengestellt, z. B. mehrere Köpfchen in derselben Weise, wie die Einzelblüthen in einer Traube. Man wendet dann für den größeren zusammengesetzten Blüthenstand in seiner ersten Verzweigung dieselben Ausdrücke an, wie sie oben für die einfachen festgestellt wurden, und spricht dann im erwähnten Beispiele von einer aus Köpfchen gebildeten Traube, kurz Köpfchentraube. Sie lassen sich eintheilen in:

α) gleichartig zusammengesetzte; die Verzweigung gehört in beiden (oder allenfalls noch höheren) Graden derselben Form an:

4) die zusammengesetzte Traube. An der Spindel einer Traube stehen wiederum Trauben; die Verzweigung wiederholt sich oft in noch höheren Graden derart, daß am Grunde des Blüthenstandes die Verzweigung reicher ist, als gegen die Spitze, Fig. 195 *B*, z. B. die Weintraube. — Wie wir die Ähre der Traube untergeordnet haben, so gelte auch hier als Spezialfall die zusammengesetzte Ähre, wenn nämlich an der Spindel einer Ähre wiederum Ähren sitzen, z. B. die sog. Ähren des Weizens, Roggens.

5) die zusammengesetzte Dolde, Fig. 195 *C*; sie kommt viel häufiger vor, als die einfache, und wird gewöhnlich schlechthin Dolde, Umbella genannt; die einzelnen einfachen Dolden (Fig. 195 *C*, d_1) heißen dann Döldchen (Umbellulae), deren Hüllen: Hüllchen (Involucella).

β) ungleichartig zusammengesetzte; die Verzweigungen der verschiedenen Grade gehören verschiedenen Formen an.

Es kommt hier eine solche Mannigfaltigkeit vor, daß es unmöglich ist, die einzelnen Kombinationen aufzuzählen und zu benennen. Als Beispiel für die Bezeichnungsweise seien erwähnt: Köpfchentraube, d. h. zu einer Traube zusammengestellte Köpfchen bei vielen Compositen, z. B. Petasites; Ährenköpfchen, d. h. zu einem Köpfchen zusammenge-

Digitized by Google

stellte Ähren bei vielen Scirpeen; Ährentraube bei vielen Gräsern, wo die letzten Verzweigungen einer zusammengesetzten Traube Ähren sind.

B. Cymöse Blüthenstände. Der mit einer Blüthe abschließende Hauptsproß erzeugt unter seinem Ende einen oder wenige (nur selten mehrere) Seitensprosse, welche ebenfalls mit Blüthen abschließen, sich kräftiger entwickeln, als der Hauptsproß, und dieselbe Verzweigungsform in höheren Graden fortsetzen.

I. Bei den einfachen cymösen Blüthenständen behält die Verzweigung in den höheren Graden immer denselben Typus bei.

α) ohne Scheinachse (s. oben S. 12).

6) Die cymöse oder Scheindolde (Cyma); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen zahlreiche, d. h. drei oder mehr unter sich gleich starke Seitensprosse, z. B. bei vielen Euphorbien. Dieser Blüthenstand ist der echten Dolde sehr ähnlich und unterscheidet sich in der That nicht von einer echten Dolde, welche mit einer Endblüthe versehen ist. (Die Zugehörigkeit zum cymösen Haupttypus ergiebt sich in vielen Fällen daraus, daß die Cyma in höheren Graden durch Verarmung in Dichasien ausgeht.)

7) Das Dichasium (s. Fig. 10 *C* auf S. 12); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen nur zwei auf gleicher Höhe stehende Seitensprosse, die sich wiederum ebenso verzweigen; gewöhnlich kreuzen sich die aufeinander folgenden falschen Dichotomien unter rechtem Winkel, z. B. Valerianella, die schwächeren Blüthenstände mancher Euphorbien.

β) mit Scheinachse.

8) Die Fächel (s. oben S. 13, Fig. 10 *A*, *B*), z. B. bei Irideen.

9) Die Sichel (s. oben S. 13, Fig. 10 *D*), z. B. bei Juncaceen.

10) Die Schraubel (Bostryx); die Seitenachsen der aufeinander folgenden Verzweigungen fallen immer auf dieselbe Seite, s. oben S. 13, Fig. 10 *D*).

11) Die Wickel (Cincinnus); die Seitenachsen fallen auf entgegengesetzte Seiten, s. oben S. 13, Fig. 10 *A* und *B*, z. B. bei Boragineen.

II. Zusammengesetzte cymöse Blüthenstände kommen gewöhnlich dadurch zu stande, daß die Verzweigung in höheren Graden sich abschwächt, indem z. B., wie schon oben angedeutet, die Strahlen einer Cyma nicht wieder zu Cymen, sondern zu Dichasien werden: Dichasiencyma, z. B. viele Euphorbien, oder Dichasien in Schraubeln oder Wickeln endigen.

C. Racemös und cymös zusammengesetzte Blüthenstände. Es kommt vor, daß zusammengesetzte Blüthenstände in den verschiedenen Graden der Verzweigung einem anderen Haupttypus folgen. So findet sich z. B. racemöse Verzweigung im ersten, cymöse im zweiten Grade in den Dichasientrauben mancher Euphorbien (z. B. E. Esula, amygdaloides), den Wickeltrauben der Roßkastanie, den Schraubelköpfchen mancher Allium-

Digitized by Google

Arten u. s. f. Andrerseits kommt auch cymöse Verzweigung im ersten, racemöse im zweiten Grade vor, z. B. aus Köpfchen zusammengesetzte Schraubeln, d. h. Köpfchenschraubeln bei Cichorium u. a.

Endlich sind noch einige Bezeichnungen für Blüthenstände anzuführen, welche nur auf deren äußere Erscheinung Bezug haben, ohne Rücksicht auf den Aufbau nach den oben geschilderten Typen; so nennt man z. B. Rispe (Panicula) im allgemeinen einen wenigstens im ersten Grade racemösen Blüthenstand von pyramidaler Gestalt; Ebenstrauß (Corymbus) einen zusammengesetzten Blüthenstand, dessen letzte Zweige alle in einer Ebene endigen und die Blüthen tragen, z. B. Sambucus; Spirre (Anthela) ist ein zusammengesetzter Blüthenstand, dessen Zweige ersten Grades von unten nach oben (dem Ansehen nach von außen nach innen) allmählich kürzer werden (z. B. Juncaceen); Kätzchen (Amentum) heißt ein meist hängender einfacher oder zusammengesetzter Blüthenstand von verlängerter Gestalt, welcher nur unscheinbare Blüthen trägt und (wenigstens wenn er nur männliche Blüthen enthält) nach dem Abblühen sich als Ganzes von der Pflanze lostrennt. — Lange blattlose oder nur mit wenigen kleinen Hochblättern versehene Blüthenstiele oder ähnliche Achsen, welche an ihrem oberen Ende dicht gedrängte oder scharf abgesetzte Infloreszenzen tragen, heißen Schäfte (Scapi).

Die Gruppe wird in zwei Klassen eingetheilt:

Klasse XVIII. Monocotyledones. Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüthen meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

Klasse XIX. Dicotyledones. Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offnen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter sind fast immer netzaderig; der Blüthenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Klasse XVIII.

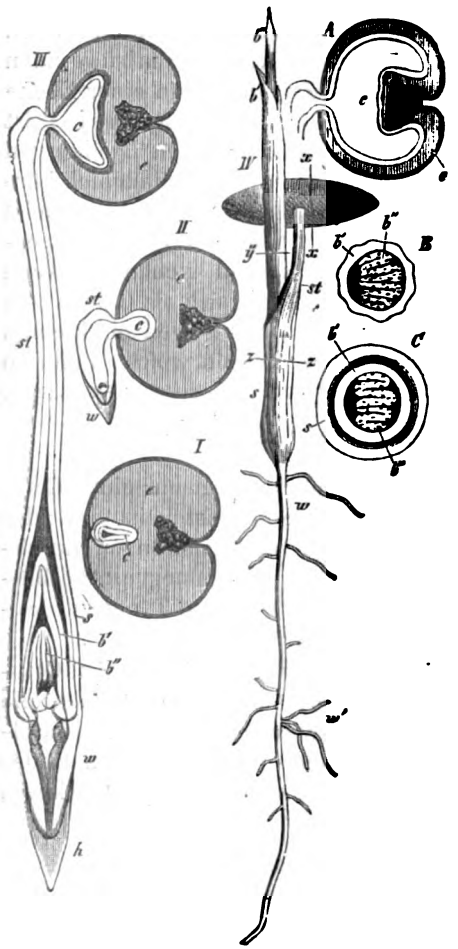
Monocotyledones.

Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüthen meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

Der Embryo ist gewöhnlich klein im Verhältnis zum umfangreichen Endosperm (Fig. 196 *I*, *e*, *c*), die Achse des Embryos ist nach hinten von

Digitized by Google

einer meist sehr kurzen Wurzelanlage begrenzt, und trägt vorn ein scheidenförmiges erstes Blatt, den Cotyledon, dessen Masse meist beträchtlich größer ist, als die des ganzen übrigen Keims, und welches nicht selten noch ein oder mehrere jüngere alternirende erste Blätter einschließt.



Bei der Keimung bleibt gewöhnlich das obere Ende des Cotyledons im Samen eingeschlossen, um die im Endosperm abgelagerten Reservestoffe aufzusaugen (Fig. 196 *II—IV*); die untere Partie des Cotyledons streckt sich und schiebt das Wurzelende sammt dem Stämmchen aus dem Samen her-

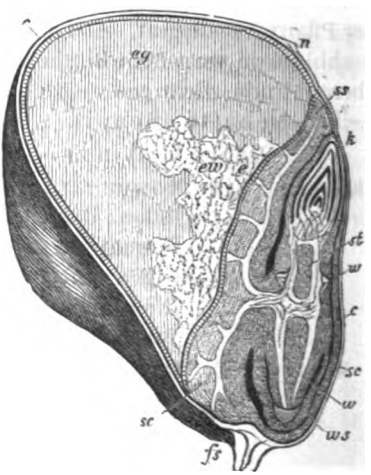


Fig. 197. Längsschnitt der Frucht (Caryopse) von Zea Mais, 6 mal vergr. *c* Fruchtschale, *fs* Basis der Frucht. *eg* fester, *ew* weicher Theil des Endosperms. *sc* Scutellum (Cotyledon), *ss* dessen Spitze, *k* Knospe des Keimpflänzchens, *w* Wurzel, *ws* Wurzelscheide, *st* Stämmchen des Keims (nach *Sachs*).

Fig. 196. Keimung der Dattel. *I* Querschnitt des ruhenden Samens, *e* Endosperm, *c* Embryo; *II, III* Keimung, Querschnitt des Samens (vergr.); *e* Endosperm, *c* Spitze des Cotyledons, *st* dessen Stiel, *s* dessen Scheide, *w* die Hauptwurzel, mit Haube *h*; *b' b''* die auf den Cotyledon folgenden Blätter. *IV* weiteres Stadium (nat. Gr.). *w'* Nebenwurzeln. *A* Querschnitt des Samens im Zustande *IV* bei *xx*: der Gipfel des Cotyledons hat den Raum des Endosperms eingenommen. *B* Querschnitt des Pflänzchens bei *xy*, *C* bei *zz* (nach *Sachs*).

aus. Bei den Gräsern hat der Cotyledon eine eigenthümlich schildförmige Gestalt und heißt daher Schildchen (Scutellum), Fig. 197 *ss*. Dasselbe hüllt im reifen Samen den Embryo zum größten Theile ein und grenzt andrerseits an das Endosperm; bei der Keimung saugt der Cotyledon die

Digitized by Google

in diesem enthaltenen Nahrungsstoffe auf, während der Stamm mit den übrigen Blättern aus dem Samen heraustritt. Bei den übrigen Monocotyledonen entwickelt sich der Cotyledon zu einem scheidenförmigen Niederblatt, oder zum ersten grünen, von den späteren Laubblättern kaum verschiedenen Blatt.

Die Hauptwurzel bleibt gewöhnlich klein und unbeträchtlich, während aus dem Stamm sich nach und nach immer höher oben Wurzeln entwickeln.

Der Stamm der Monocotyledonen ist von zerstreuten, geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; er besitzt daher auch kein cambiales Dickenwachsthum. Nur bei wenigen Gattungen (Yucca, Dracaena) wächst er später in die Dicke, aber dadurch, daß aus den äußersten Schichten des Grundgewebes sich ein Meristem bildet, welches außer neuem Grundgewebe auch neue geschlossene Fibrovasalstränge erzeugt.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt in vielen Fällen auch die Hauptachse der Pflanze; sie ist anfangs zart und schwach; da nun ein nachträgliches Dickenwachsthum nicht stattfindet, die späteren Stammtheile aber schon von vornherein kräftiger, dicker werden, so wird der Stamm umgekehrt kegelförmig; wenn die Pflanze eine gewisse Höhe erreicht hat, kann er dann zylindrisch weiter fortwachsen; deshalb findet man bei Palmen, beim Mais und anderen ähnlich gebauten aufrechten Stämmen am unteren Ende eine Verschmälerung. Sehr häufig geht aber die erste Achse der Pflanze bald zu Grunde, nachdem sie Seitensprosse erzeugt hat.

Die Blattstellung beginnt mit alternirenden Blättern; bei kräftiger Ausbildung des Stammes geht diese zweireihige Blattstellung nicht selten in komplizirte Spiralstellungen über, so bei Fritillaria, bei den Palmen, wo sie sich in der Form der allseitig entwickelten Blattkrone geltend macht. Bei den Gräsern und einigen andern Familien bleibt sie beständig zweireihig. Quirlige Blattstellung kommt in der Laubblattregion nur selten vor.

Die Blätter besitzen meist eine stark entwickelte Scheide, aber keine Nebenblätter. Die Spreite ist gewöhnlich ganzrandig, von einfachem Umriß, häufig lang und schmal, bandartig oder schwertförmig, seltener rundlich oder herz- bis pfeilförmig. Verzweigung des Blattes kommt nur bei mehreren Araceen vor. Die fiederig oder fächerig getheilten Blätter der Palmen bekommen diese Form durch Zerreißung der ursprünglich ganzen Spreite, ähnlich wie auch die durchbohrten Blätter mancher Araceen.

Die Blätter sind vorherrschend parallelnervig, die schwächeren Nerven springen auf der Unterseite gewöhnlich nicht vor; es treten entweder schon zahlreiche annähernd gleichstarke Nerven in das Blatt ein und vereinigen sich außer zahlreichen sehr zarten, rechtwinklig ansetzenden Verbindungsstücken gegen die Spitze des Blattes; oder es gehen von dem durch die Blattmediane verlaufenden stärkeren Nerven schwächere in sehr spitzem Winkel ab; oder endlich dieser Winkel ist weniger spitz, die schwächeren Seitennerven dicht gedrängt und unter sich parallel (Scitamineen). Einige

Digitized by Google

Formen haben netzadrige Blätter (Araceen, Paris quadrifolia, Dioscoreen u. a.); seltener sind einnervige (Elodea).

Die Blüthe der Monocotyledonen besteht typisch aus fünf alternirenden gleichzähligen Kreisen, zwei Perigon-, zwei Staubblatt- und einem Karpellkreis. Die typische Formel ist somit:

$$Pn + nAn + nGn$$

wobei n in der größten Anzahl der Fälle den Werth 3 hat, seltener 2, 4 oder 5. Seitliche Blüthen besitzen meist ein hinten stehendes Vorblatt; daher fällt ein äußeres Perigonblatt gerade nach vorne. Meist sind beide Perigonkreise corollinisch mit nur geringen Verschiedenheiten, bisweilen (Juncaceen) beide calicinisch; verhältnismäßig selten (Commelynaceen, Polycarpicae) der äußere rein calicinisch, der innere corollinisch.

Der Typus ist in der reinsten Gestalt repräsentirt durch die meisten Liliifloren, speziell die Liliaceen. Die nächste Abweichung ist das Fehlschlagen des inneren Staubblattkreises bei den Irideen, sowie das Unterständigwerden des Fruchtknotens. Dieser letztere Charakter findet sich noch bei den Scitamineen und Gynandren, die sich außerdem durch zygomorphe Ausbildung der Blüthe und weitgehende Reduktion des Andröceums auszeichnen.

In einer anderen Reihe findet sich verschieden weitgehende Reduktion der Blüthentheile (Spadiciflorae und Glumiflorae).

Einige Wasserpflanzen (Helobiae) weichen in ihrem Blüthenbau weiter vom Typus ab.

Die Monocotyledonen werden in folgender Weise klassifizirt:

I. Blüthen dem Typus entsprechend oder wenig abweichend, meist groß, aktinomorph.

Ordnung 1. Liliiflorae.
- 2. Enantioblastae.

II. Blüthen häufig reduzirt, aktinomorph, klein, zu größeren Infloreszenzen vereinigt.

Ordnung 3. Spadiciflorae.
- 4. Glumiflorae.

III. Blüthen im Andröceum reduzirt, zygomorph oder unregelmäßig, groß, Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 5. Scitamineae.
- 6. Gynandrae.

IV. Blüthen aktinomorph mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum; Sumpf- und Wasserpflanzen.

Ordnung 7. Helobiae.

Ordnung 1. Liliiflorae.

Blüthen meist groß, vereinzelt oder in verschiedenartigen Blüthenständen, im allgemeinen von der Formal $P3 + 3A3 + 3\underline{G}$ (3), seltener

Digitized by Google

nach der Zwei-, Vier- oder Fünfzahl; das Fehlschlagen trifft gewöhnlich nicht einzelne Glieder, sondern ganze Kreise. Perigonkreise meist beide gleichartig corollinisch, zuweilen beide calicinisch. Fruchtknoten ober- oder unterständig, trimer, meist dreifächerig. Embryo von Endosperm umschlossen.

A. *Fruchtknoten oberständig.*

Fam. 1. Liliaceae. $P3 + 3\,A3 + 3\,G\,(\underline{3})$. Beide Perigonkreise corollinisch. Fruchtknoten oberständig, Blüthen nicht zygomorph.

I. Mit Rhizom.

Tofjeldia caliculata mit schwertförmigen grundständigen Blättern, die gelblichen Blüthen in einer Ähre an der Spitze des Schaftes, nicht selten auf mageren Plätzen besonders in Gebirgsgegenden. — *Veratrum* album und nigrum, mit breit eiförmigen Blättern. — *Phormium* tenax, neuseeländischer Flachs; auf den starken Rhizomen stehen etwa meterlange schwertförmige Blätter, deren starke Bastfasern Verwendung finden. — *Asparagus* officinalis, Spargel; der Stengel trägt nur Schuppenblätter, in deren Achseln nadelförmige Zweige; die jungen Sprosse, die von den unterirdischen Rhizomen entspringen, werden gegessen. — *Convallaria* maialis, Maiglöckchen. — *Maianthemum* bifolium mit zweizähligen Blüthenkreisen. — Die Arten von *Smilax* sind rankende Sträucher mit netzadrigen Blättern. — *Ruscus* aculeatus und andere Arten sind kleine Sträucher, deren blattartige Zweige auf ihrer Mitte aus der Achsel eines kleinen Deckblattes die diklinischen Blüthen tragen, s. oben Fig. 26, S. 33. — *Paris* quadrifolia, Einbeere, giftig; die Blüthen sind aus vierzähligen (in seltenen Ausnahmsfällen drei- oder fünfzähligen) Kreisen aufgebaut und stehen auf einem Stengel, der unter der Blüthe vier (resp. drei oder fünf) Laubblätter in einem Quirl trägt (Fig. 200).

II. Mit Knolle.

Colchicum autumnale, Herbstzeitlose; der Stengel ist im Herbst während der Blüthezeit unterirdisch; er ist zu dieser Zeit kurz, dünn (Fig. 198 *k'*), sitzt neben einer älteren Knolle (*k*) und trägt außer einigen noch wenig entwickelten Blättern (*l' l''*) eine oder zwei Blüthen (*b b'*); auch deren Fruchtknoten sind unterirdisch, die sechs Perigonblätter sind zu einer viele Centimeter langen Röhre verwachsen, welche weit über den Fruchtknoten hinaus bis über die Bodenfläche emporwächst und in dem rosenfarbigen sechstheiligen Saum endigt; die Staubblätter entspringen im obersten Theile der Röhre. Im Frühjahre schwillt der unterirdische Stengel an seiner Basis (*k'*) knollig an und wächst empor, so daß die sich entwickelnden Blätter (*l' l''*) und die Kapsel über die Erde kommen; an seiner Basis wächst ein Seitensproß (*k''*) hervor, der im Herbste Blüthen erzeugt und sich dann ebenso verhält, wie der eben geschilderte.

III. Mit Zwiebel.

Bei *Hyacinthus* (Fig. 199) und einigen anderen Gattungen sind die sechs Perigonblätter zu einer gemeinschaftlichen Röhre verwachsen. — *Lilium* candidum, weiße Lilie, L. bulbiferum, Feuerlilie (deren obere Laubblätter in ihren Achseln Brutknospen tragen), L. Martagon, Türkenbund, mit Zwiebeln. — *Fritillaria* imperialis, Kaiserkrone, deren Blüthen noch vom beblätterten Stengelgipfel überragt werden. — *Tulipa* Gesneriana, Tulpe. — *Scilla*. — *Urginea* maritima mit oberirdischer Zwiebel. — *Allium*, Lauch; mehrere Arten werden zum Küchengebrauche kultivirt, so A. Cepa, Küchenzwiebel, A. ascalonicum, Schalotte, A. Schoenoprasum, Schnittlauch, A. Porrum, Porri, A. sativum, Knoblauch. Die Blätter der Alliumarten sind meist röhrig, hohl; die Blüthen stehen in kugeligen Köpfen oder Dolden, welche zwischen den einzelnen Blüthen bisweilen auch zwiebelartige Brutknospen tragen.

Digitized by Google

IV. Mit holzigem Stamm.

Aloë mit dicken fleischigen Blättern, verwachsenblätterigem Perigon, loculicider Kapsel. — *Yucca* in Centralamerika, mit freiblätterigem Perigon. — *Dracaena* Draco, Drachenblutbaum, auf den kanarischen Inseln, mit Beerenfrucht; andere Arten, wie D. australis, und von *Cordyline* häufig kultivirt.

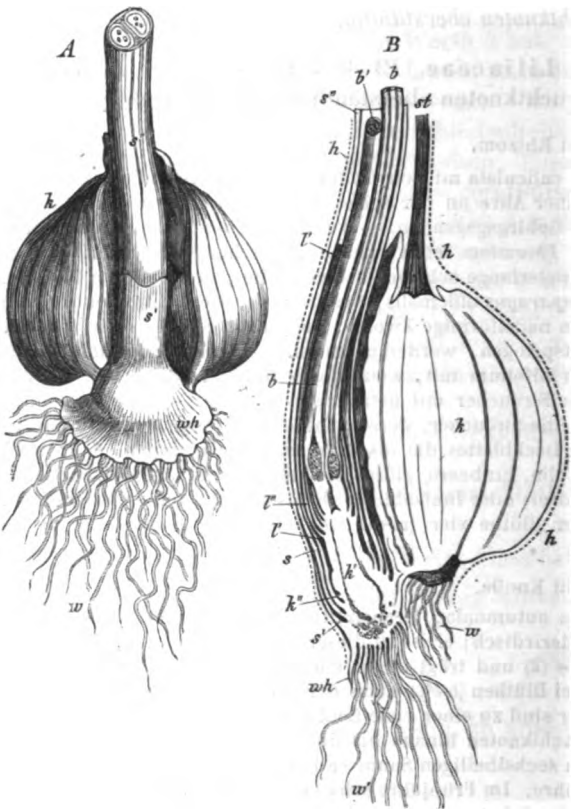


Fig. 196. Colchicum autumnale, unterirdische Theile einer blühenden Pflanze; *A* von vorn aus gesehen, *B* im Längsschnitt (nat. Gr.). *h* eine braune Haut, welche alle Theile umhüllt, *st* der vorjährige unterirdische Stengel, *k* dessen Basalportion, die mit Reservestoffen gefüllte Knolle, *wk* deren Basis mit Wurzeln *w*; ein Seitensproß aus der Basis der Knolle *k* ist die blühende Pflanze, *b*, *b'* deren Blüthen (die Perigonröhre), *l'*, *l''* deren Laubblätter, *s*, *s'* deren Scheidenblätter, *k'* deren mittleres Stück, das im nächsten Jahr zur Knolle wird, mit einer Knospe *k''*, der Knolle des übernächsten Jahres (nach *Sachs*).

Offizinell: Semen Colchici, die Samen von Colchicum autumnale. — Rhizoma Veratri, das Rhizom von Veratrum album. — Aloë, der eingedickte Saft von Aloë ferox, spicata, vulgaris, lingua und anderen Arten in Südafrika. — Bulbus Scillae, die mittleren Zwiebelschalen von Urginea maritima in Südeuropa. — Radix Sarsaparillae, die Wurzeln verschiedener Smilaxarten in Centralamerika.

Fam. 2. Juncaceae. $P3 + 3\ A3 + 3\ G\ \underline{(3)}$. Pflanzen von grasähnlichem Wuchs, von der vorigen Familie durch die trockene spelzenähnliche Beschaffenheit des Perigons verschieden. Blätter bandartig, oder

Digitized by Google

röhrig, Blüthenstand eine Spirre, d. h. die unteren Äste länger als die oberen.

Die Arten von *Luzula* (mit einfächerigem, dreisamigem Fruchtknoten), multiflora, pilosa, campestris, albida, nicht selten in Wäldern, auf Haiden. — *Juncus* (mit dreifächerigem, mehrsamigem Fruchtknoten), häufig Binse genannt, J. glaucus und effusus mit röhrigem Stengel und Blättern, terminalem Blüthenstand, der aber von einem röhrigen Hochblatt zur Seite gedrängt wird, dieses erscheint als Fortsetzung des Stengels; gemein an feuchten Plätzen, J. bufonius, an Wegrändern.

Fam. 3. Pontederiaceae. Wasserpflanzen im tropischen Amerika mit zygomorphem corollinischem Perigon.

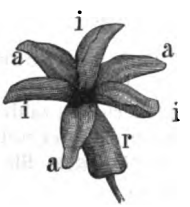


Fig. 199. Blüthe der Hyacinthe, *aaa* die drei äußeren, *iii* die drei inneren Perigonblätter, an der Basis zu einer gemeinschaftlichen Rohre *r* verwachsen (nat. Gr.).

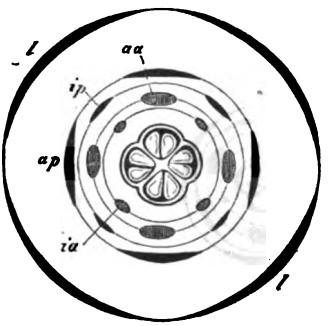


Fig. 200. Diagramm des Blüthenstengels von Paris quadrifolia, *l* die Laubblätter, *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *aa* äußere, *ia* innere Staubblätter (nach *Sachs*).

B. *Fruchtknoten unterständig.*

Fam. 4. Amaryllideae. *P*3 + 3 *A*3 + 3 oder 12 bis 18 G $\overline{(3)}$. Perigonkreise beide corollinisch, hier und da etwas zygomorph schief trichterförmig. Frucht meist eine Kapsel.

Alstroemeria mit beblättertem Stengel vom Habitus der Lilien. — Die übrigen Gattungen haben einen sehr kurzen, bisweilen zwiebelförmigen Stamm und lange Blüthenschäfte. *Amaryllis* formosa mit großem, röhrig schief trichterförmigem, ungleich gezähntem Perigon, Zierpflanze. — *Galanthus* nivalis und *Leucojum* vernum, Schneeglöckchen. — *Narcissus* Pseudo-Narcissus, poeticus und andere Arten sind beliebte Zierpflanzen; Ligulargebilde der sechs Perigonblätter sind zu einer röhrenförmigen Nebenkrone verwachsen. — *Agave* americana, gewöhnlich fälschlich Aloë genannt, stammt aus Mexiko, ist aber auch in Südeuropa einheimisch geworden. Der ganz kurze Stamm trägt eine grundständige Rosette von dicken stacheligen Blättern; wenn er hinreichend erstarkt ist (in Südeuropa etwa nach 10—20 Jahren), verlängert er sich zu einem viele Meter hohen Schaft, der in reichlicher Verzweigung von pyramidalem Umriß zahlreiche Blüthen trägt.

Fam. 5. Irideae. *P*3 + 3 *A*3 + 0 *G* $\overline{(3)}$. Perigon corollinisch, zuweilen zygomorph. Frucht eine Kapsel.

Bei *Iris*, Schwertlilie, ist der Stamm ein unterirdisches wagerechtes Rhizom, das zweireihig gestellte schwertförmige, in der Richtung der Medianebene ausgebreitete Blätter und blüthentragende Stengel treibt; die Narben sind hier blumenblattartig ausgebildet und bedecken mit ihrer konkaven Außenfläche die vor ihnen stehenden Staubblätter (Fig. 201). Iris pumila, germanica u. a. beliebte Zierpflanzen, I. Pseudacorus häufig in Gräben. — *Gladiolus* mit unterirdischer Zwiebel, die einen hohen

Digitized by Google

mehrblüthigen Stengel treibt, Blüthen meist zygomorph, G. communis häufig kultivirt; G. paluster in Mooren. — *Crocus*, Safran, mit unterirdischer Zwiebel, die einen ganz kurzen unterirdischen Stengel treibt; dieser trägt über den Boden emporragende Laubblätter und schließt mit einer Blüthe ab, deren Fruchtknoten noch tief unter der Erde steckt; die Röhre des Perigons ragt über den Boden vor und breitet sich in einen sechstheiligen Saum aus, an dessen Basis die drei Staubblätter inserirt sind; 3 fädliche Narben.

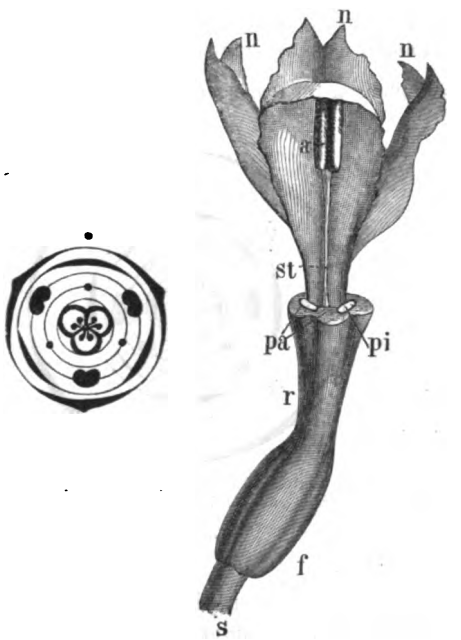


Fig. 201. Diagramm der Irideenblüthe und Blüthe von Iris nach Wegnahme der Perigonblätter; *s* der Stiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *r* der röhrig verwachsene Theil des Perigons, *pa* Insertion der äußeren, *pi* der inneren Perigonblätter, *st* Staubblatt, *a* Anthere, *nnn* die drei blumenblattartigen Narben (nat. Gr.).

Offizinell: Rhizoma Iridis von Iris germanica, florentina und pallida in Südeuropa. — Crocus, die Narben von Crocus sativus in Südeuropa.

Fam. 6. Taccaceae.
$K3\,C3\,A3 + 3\,G\overline{(3)}$. Fruchtknoten einfächerig mit zahlreichen Samenanlagen, Kräuter mit netzaderigen, grundständigen Blättern in den Tropen.

Fam. 7. Dioscoreae.
$K3\,C3\,A3 + 3\,G\overline{(3)}$. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer oder zwei Samenanlagen in jedem Fach. Zweihäusig. Schlingpflanzen mit ober- oder unterirdischer Knolle, netzaderigen, meist dreieckigen Blättern.

Dioscorea sativa, Batatas u. a., Yamswurzel, in den Tropen als stärkereiches Nahrungsmittel kultivirt.

Fam. 8. Bromeliaceae.
$K3\,C3\,A3 + 3\,G(3)$. Fruchtknoten ober-, unter- oder halbunterständig, dreifächerig. Äußeres Perigon calicinisch, inneres corollinisch. Blätter gewöhnlich lang, schmal, am Rande scharf gesägt, an einem meist kurzen Stamm. Die Blüthen zwitterig in Ähren oder Rispen mit Deckblättern.

Ananassa sativa, Ananas. Die Frucht ist eine Beere; die Beeren eines Blüthenstandes verschmelzen miteinander zu einer Scheinfrucht, über der die Achse des Blüthenstands sich fortsetzt und eine Blattkrone trägt. Die Beeren der kultivirten Pflanze enthalten keine Samen. Stammt aus Amerika, wird aber in allen wärmeren Gegenden kultivirt.

Ordnung 2. Enantioblastae.

Die Blüthen entsprechen der Formel $P3 + 3\,A3 + 3\,G3$, weichen hier und da durch Fehlschlagen einzelner Glieder ab; die Samenanlagen sind nicht wie bei den meisten übrigen Monocotylen anatrop, sondern gerade, daher liegt im reifen Samen das Wurzelende des Keimlings der Anheftungsstelle des Samens gegenüber (vgl. Fig. 179, S. 213).

Digitized by Google

Die Restiaceen, Eriocauloneen und Centrolepideen von grasähnlichem Wuchs mit diklinischen Blüthen, in den Tropen und Südafrika. — Die Xyrideen und Commelynaceen ebenfalls tropisch, mit corollinischer Krone, aus der letzteren Familie werden Arten von *Commelyna* und *Tradescantia* als Zierpflanze kultivirt.

Ordnung 3. Spadiciflorae.

Die Blüthen sind klein und zahlreich; der Blüthenstand ist ein Kolben (Spadix) oder eine Rispe mit dicken Zweigen, gewöhnlich von einem mächtig entwickelten Hochblatt, der Scheide (Spatha), umgeben. Die Brakteen der einzelnen Blüthen fehlen häufig. Das Perigon ist stets unscheinbar, niemals corollinisch, fehlt auch bisweilen völlig. Blüthen gewöhnlich diklinisch, aber meist beiderlei Geschlechter an demselben Blüthenstand; Fruchtknoten immer oberständig. Same endospermreich mit geradem, meist kleinem Embryo.

Fam. 1. Palmae. Die Blüthen diöcisch oder monöcisch, nur selten hermaphrodit oder polygam, im allgemeinen nach dem Typus gebaut: $P3 + 3A3 + 3\underline{G}(\underline{3})$, seltener sind weniger oder mehr Staubblätter vorhanden; die Fruchtblätter (selten nur zwei oder eins) bilden bald einzelne monomere, bald einen polymeren ein- bis dreifächerigen Fruchtknoten. Perigon unscheinbar. Die Blüthen sitzen mit oder ohne Deckblätter am Kolben oder an der dicken Achse des ährigen oder rispigen Blüthenstandes (Fig. 202).

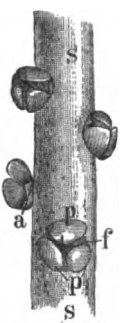


Fig. 202. Stück aus der weiblichen Blüthenrispe von Chamaedorea; *s* die dicke Achse; *a* äußeres, *p* inneres Perigon; *f* Fruchtknoten (3 mal vergr.).

Der Wuchs ist ziemlich verschieden. Meist stehen die Blätter dicht gedrängt, eine reiche Krone am Gipfel des hohen oder niedrig bleibenden Stammes bildend, welcher noch eine Strecke weit abwärts von den vertrockneten Resten der älteren Blätter eingehüllt wird. Es giebt aber auch Formen (Calamus), deren Stämme kriechen oder klettern und die Blätter sehr entfernt gestellt tragen. Die Spreite der Blätter zerreißt während der Entfaltung entweder fächerförmig oder fiederförmig.

Die Palmen bewohnen vorzugsweise die Tropenregionen, besonders die Molukken, Brasilien, das Orinokogebiet.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme, aus Asien und Afrika stammend, mit fiederig zertheilten Blättern: von den drei Fruchtknoten bildet sich immer nur einer zur Frucht, der Dattel aus; der sog. Kern derselben besteht, von der dünnen Samenschale umgeben, der Hauptsache nach aus dem Endosperm. — *Cocos* nucifera, Cocospalme, erfährt bekanntlich eine äußerst mannigfaltige Anwendung. Die Frucht, die Cocosnuß, ist eine riesige Steinfrucht, deren Mesokarp von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen ist, welche vielfach zu Gespinnsten verwendet werden. Innerhalb der steinharten Schale des sog. Kerns, des Endokarps, liegt ein einziger sehr großer Same. Das Endosperm besteht bei voller Fruchtreife aus einer nur wenige Millimeter dicken, der Schale anliegenden Gewebeschicht; der übrige Raum ist mit Zellsaft ausgefüllt

Digitized by Google

(Cocosmilch). Der kleine Embryo liegt im festen Endosperm an der Stelle, wo sich im Endokarp ein Loch befindet. — *Sagus* Rumphii, auf den Molukken, liefert Sago, der aus dem Stärkemehl des Stammes besteht. — *Elaeis* guineensis, Ölpalme, in Westafrika: das Fleisch der pflaumenähnlichen Frucht liefert das Palmenöl. — Die Stämme von *Calamus*-Arten liefern das sog. spanische Rohr. — Von *Phytelephas* macrocarpa in Südamerika wird das mächtige, harte Endosperm, dessen Zellwände stark verdickt sind, als sog. vegetabilisches Elfenbein verwendet. — *Chamaerops* humilis, Fächerpalme, welche schon in Südeuropa und Nordafrika als niedrige Pflanze vorkommt. — *Livistona* australis mit schön fächerförmig zertheilten Blättern wird häufig kultivirt.

Offizinell: Öl aus dem Samen von Cocos nucifera.

Fam. 2. Cyclantheae. Pflanzen mit palmenähnlichem Wuchse in Süd- und Centralamerika: die Blüthen stehen in regelmäßige Kreise geordnet am Kolben.

Die Blätter von *Carludovica* palmata werden zur Anfertigung von Geweben, z. B. der Panamahüte verwendet.

Fam. 3. Pandaneae. Blüthen diöcisch, die weiblichen aus je einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, sitzen dichtgedrängt auf dem Kolben, welcher zu einer Scheinfrucht wird.

Pandanus utilis und andere Arten bilden in den Tropen Gestrüppe, besonders an den Flußufern. Die aufrechten, später sich verzweigenden holzigen Stämme sind durch zahlreiche starke Wurzeln, die über der Bodenoberfläche entspringen, befestigt und tragen Blattkronen von großen schmalen bandförmigen Blättern, deren Rand häufig mit stacheligen Zähnen besetzt ist. Die festen Fibrovasalstränge werden zu Gespinnsten verwendet.

Fam. 4. Typhaceae. Blüthen diklinisch, Perigon durch Schüppchen oder Haare angedeutet, Staubblätter drei. Fruchtknoten monomer mit einer Samenanlage. Blüthenstand ohne Spatha, kolben- oder kugelförmig, die Blüthen nach den Geschlechtern getrennt.

Bei *Sparganium* sind die Blüthenstände kugelförmige Ähren, welche zweizeilig seitlich und terminal am oberen Theil des Stengels sitzen. Die unteren Kugeln tragen nur weibliche, die oberen nur männliche Blüthen. Perigon aus Schüppchen bestehend. Sp. simplex, ramosum u. a. nicht selten in Gräben.

Typha, Rohrkolben, trägt die Blüthen in einem langen Kolben am Gipfel des Stengels; am oberen dünneren Theile sitzen die männlichen Blüthen unmittelbar an der Hauptachse, am unteren mächtigeren die weiblichen theils an der Hauptachse, theils an kurzen Seitenzweiglein derselben. Perigon durch lange Haare vertreten. — T. angustifolia und latifolia häufig, in Sümpfen.

Fam. 5. Araceae. Die Blüthen stehen stets ohne Deckblätter an einem Kolben, der fast immer von der Spatha umgeben wird. Bei einer Anzahl von Gattungen sind die Blüthen vollständig ausgebildet und nach dem allgemeinen Monocotylentypus gebaut: $Pn + n\,An + n\,G(\underline{n})$, wobei $n = 3$, 2 oder 5 sein kann, so z. B. bei Acorus, Fig. 203, dessen Blüthe genau dem Monocotylentypus entspricht.

Bei anderen Gattungen jedoch sind die Blüthen in verschieden hohem Grade reduzirt, indem nicht bloß das Perigon schwindet, sondern auch die Anzahl der Staubblätter und Fruchtblätter verringert wird. Den extremsten Fall stellen dann die diklinischen Blüthen dar, welche nur (die männlichen) aus je einem Staubblatt, beziehungsweise (die weiblichen) aus einem monomeren Fruchtknoten bestehen. Diese reduzirten Blüthen sind in bestimmter Weise am Kolben angeordnet, so finden sich z. B. bei Arum

Digitized by Google

(Fig. 204) an der Basis des Kolbens zahlreiche weibliche, aus je einem Fruchtknoten bestehende Blüthen (Fig. 204 *f*), höher oben männliche Blüthen (Fig. 204 *a*) dichtgedrängt, von denen jeder nur wenige Staubblätter angehören. Der obere Theil des Kolbens wird von völlig verkümmerten Blüthen (*b*, *c*) eingenommen. Wo, wie hier, das Perigon vollständig fehlt, könnte der Schein entstehen, als stelle der ganze Kolben eine einzelne Blüthe vor; allein abgesehen von den zahlreich existirenden vermittelnden Formen ist eine solche Auffassung unmöglich wegen der stets unter den Staubblättern stehenden Fruchtknoten, welche in einer Einzelblüthe oberhalb der Staubblätter stehen müßten.

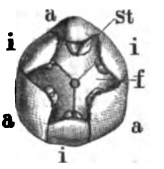


Fig. 203. Blüthe von Acorus Calamus (vergr.). *a* äußeres, *i* inneres Perigon, *st* Staubblätter, *f* Fruchtknoten.

Fig. 204. Kolben von Arum maculatum (nat. Gr.), *f* weibliche, *a* männliche, *b* rudimentäre Blüthen, *c* oberstes keuliges Ende des Kolbens.

Die Unterabtheilung der Pistiaceen endlich, wohin Pistia Stratiotes, eine tropische Wasserpflanze, gehört, zeichnet sich dadurch aus, daß auch die Anzahl der Blüthen am Kolben auf zwei, eine weibliche aus einem Karpell bestehende und eine männliche, reduzirt und der Kolben mit der Scheide verwachsen ist.

Die Frucht ist meistens eine Beere.

Die Stämme sind entweder unterirdisch, Knollen, Rhizome, oder oberirdisch; die letzteren klettern gewöhnlich an Bäumen u. dgl. mit Hilfe mächtiger Luftwurzeln. Die Blätter stehen entweder alternirend zweizeilig oder meistens spiralig nach der Divergenz $^2/_5$. Sie sind nur selten schmal, band- oder schwertförmig, zumeist in Scheide, Stiel und Spreite gegliedert, welch letztere netzadrige Nervatur besitzt und sich nicht selten in mehr oder minder komplizirter Weise verzweigt.

Acorus Calamus, Kalmus, ursprünglich aus Asien stammend, aber jetzt bei uns an Gewässern ziemlich verbreitet; das unterirdische Rhizom trägt lange schwertförmige Blätter und dreikantige Stengel mit endständigem Kolben, der aber durch die schmale schwertförmige, in die Verlängerung des Stengels aufgerichtete Spatha zur Seite gedrängt ist; der Kolben ist dicht mit den vollständigen Blüthen (Fig. 203) besetzt. — *Arum* maculatum in Wäldern stellenweise häufig; die mächtige hellgrüne Spatha hüllt den Kolben (Fig. 204) fast vollständig ein. — *Richardia* aethiopica mit weißer, schief trichterförmiger Spatha, wird überall in Zimmern kultivirt unter dem falschen Namen Calla, Colocasia. — Die Arten von *Philodendron* und *Monstera* mit kletterndem Stamm besitzen bisweilen durchlöcherte Blätter.

Offizinell: Rhizoma Calami von Acorus Calamus.

Fam. 6. Lemnaceae. Vegetationskörper ein schwimmender Thallus. Zwei männliche, nur aus je einem Staubblatt bestehende, und eine weibliche, nur von einen Fruchtknoten gebildete Blüthen finden sich, zu

Digitized by Google

einem Blüthenstande zusammengestellt, in einer seitlichen Ausbuchtung des Thallus.

Lemna trisulca, polyrrhiza u. a., Wasserlinse, finden sich häufig in Teichen, Pfützen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Der blattlose, ziemlich flache Thallus verzweigt sich zweizeilig (Fig. 205) und trägt unterseits in das Wasser herabhängende Wurzeln. Diese fehlen jedoch der L. arrhiza, welche auch keine Gefäße besitzt.

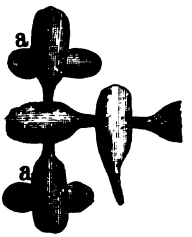


Fig. 205. Stück einer Pflanze von Lemna trisulca, von oben gesehen, bei *a* junge Seitensprosse (nat. Gr.).

Fam. 7. Naiadeae. Stengel beblättert. Blüthenbau verschieden, bei Potamogeton: $A2 + 2G \times \frac{4}{-}$. Die vier Staubblätter tragen auf der Außenseite verbreiterte Anhängsel, welche auch schon als Perigon gedeutet worden sind.

Naias maior, minor u. a. sind untergetauchte, dünnstengelige verzweigte Pflanzen mit zweizeiligen gegenständigen buchtig gezähnten Blättern. — *Potamogeton*, Laichkraut, findet sich in zahlreichen Arten, deren Stengel entweder lauter untergetauchte Blätter von schmaler bandartiger (P. pusillus u. a.) oder breiter Gestalt (P. densus) trägt, oder auch einzelne breite, auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blätter (P. natans u. a.) besitzt. Die Blüthen stehen in mehr oder weniger reichblüthigen Ähren, welche bei einigen völlig unter Wasser bleiben, bei anderen auf langen Stielen darüber emporgehoben werden. — *Zostera* marina, Seegras, *Phucagrostis* u. a. leben im Meere.

Ordnung 4. Glumiflorae.

Die Blüthen sind auf den Typus $P3 + 3A3 + 3G3$ zurückführbar, doch im Perigon stets, und meist auch im Andröceum reduzirt, klein, in ähren- oder rispenartigen Blüthenständen mit spelzenartigen Hochblättern. Fruchtknoten oberständig, mit einer Samenanlage. Samen mit reichlichem mehligem Endosperm. Gräser und Halbgräser.

Fam. 1. Cyperaceae, Halbgräser. Blüthen in der Achsel von Deckspelzen, aber ohne Vorspelze; Same aufrecht, Embryo im Endosperm eingeschlossen. Blätter meist in drei Reihen am Stengel, mit geschlossenen Scheiden.

a) Bei den Scirpeen stehen die hermaphroditen Blüthen in der Achsel von spiralig oder zweizeilig gestellten Deckblättern, ohne Vorblätter, und bilden ein Ährchen. Diese Ährchen stehen oft zu anderen Infloreszenzen, als Ähren, Rispen, Dolden, Köpfchen zusammengeordnet; die Blüthe entspricht dem Typus: $P3 + 3A3 + 0$ oder $3G\ (\underline{3})$. Die Perigonblätter sind borstenförmig (Fig. 206), bei Eriophorum durch zahlreiche Haare ersetzt, oder fehlen. Meist ist nur der äußere Staubblattkreis allein entwickelt.

Scirpus, Binse, mit borstenförmigem Perigon; die Ährchen stehen bei einigen Arten einzeln endständig (z. B. S. caespitosus), bei anderen sind außer diesen endständigen noch seitliche Ährchen auf kürzeren (z. B. S. lacustris) oder längeren Stielen (S. silvaticus) vorhanden. — *Eriophorum* latifolium, angustifolium u. a., Wollgras, häufig auf Mooren; die Haare des Perigons entwickeln sich erst nach der Blüthezeit zu be-

Digitized by Google

deutender Länge. — *Cyperus* (mit zweizeiligen Deckblättern) fuscus gemein an feuchten Orten; Cyperus Papyrus in Ägypten diente im Alterthum zur Bereitung des Papiers.

b) Die Cariceen besitzen diklinische Blüthen mit der Besonderheit, daß die männlichen und weiblichen Blüthenstände in ihrem Baue nicht übereinstimmen. Die männlichen Blüthen *P*0 *A*3 + 0 *G*0 stehen in der Achsel von Deckblättern (Fig. 207 *B* und *D*) in einer einfachen Ähre. Die weiblichen Blüthen jedoch *P*0 *A*0 *G* $\underline{(3)}$ oder $\underline{(2)}$ stehen nicht unmittelbar in der Achsel der Deckblätter der Ähre (*b* in Fig. 207 *A* und *C*), sondern aus

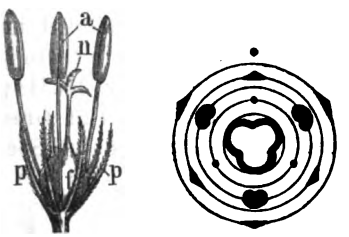


Fig. 206. Blüthe von Scirpus (vergr.), *p* das borstenförmige Perigon, *a* die drei Staubblätter, *f* Fruchtknoten. *B* Diagramm.

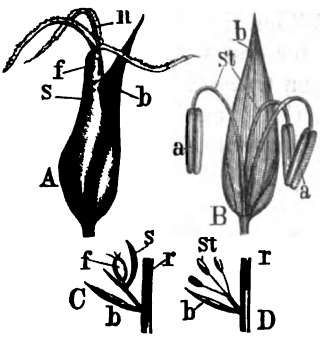


Fig. 207. Blüthen von Carex, vergr., *A* weibliche Blüthe mit Deckblatt *b*, Vorblatt (Schlauch) *s*, Fruchtknoten *f* und Narben *n*. *B* männliche Blüthe mit Deckblatt *b*, drei Staubblättern *st* mit Antheren *a*. *C* schematischer Aufriß der weiblichen, *D* der männlichen Blüthe; *r* Achse der Ähre, *b* Deckblatt, *s* Vorblatt.

dieser Achsel entspringt ein kurzes Zweiglein, welches ein einziges Vorblatt trägt (*s* in Fig. 207); erst in der Achsel dieses Vorblattes steht die aus einem tri-, seltener dimeren Fruchtknoten bestehende weibliche Blüthe. Das Vorblatt (*s* in Fig. 207 *A* und *C*) vergrößert sich stark und umhüllt die Frucht als sog. Schlauch, Utriculus.

Die Gattung *Carex*, Riedgras, enthält zahlreiche Arten, welche meist an feuchten Orten wachsen, starre, oft schneidende Blätter tragen und gewöhnlich als saure Gräser bezeichnet werden. Nur wenige sind diöcisch; bei den meisten finden sich männliche und weibliche Blüthenstände auf dem nämlichen Stengel. Bei einer großen Hauptabtheilung sind die beiden Geschlechter an derselben Ähre vereinigt, welche entweder am Grunde männlich und an der Spitze weiblich ist, oder umgekehrt. Dabei trägt der Stengel bald (z. B. C. pulicaris, pauciflora) nur eine einzige endständige solche Ähre, oder an seinem oberen Ende mehrere solcher Ähren zu Köpfchen (C. cyperoides) oder Rispen (C. arenaria, brizoides, diese als »Seegras« gesammelt und verwendet, muricata) zusammengestellt. Bei der zweiten großen Hauptabtheilung dagegen ist in jeder Ähre nur ein Geschlecht vertreten; es steht dann fast immer die männliche Ähre terminal am Stengel, die weiblichen seitlich (z. B. C. acuta, glauca, praecox, digitata, flava, paludosa).

Fam. 2. Gramineae, echte Gräser. Same hängend, Embryo neben dem Endosperm. Blätter am Stengel, dem sog. Halm, zweizeilig, mit meist offenen, gerollten Scheiden. Blüthen meist von der Formel *P*0 + 0 *A*3 + 0 $G\underline{1}$, eingeschlossen von den Hochblättern, den Spelzen, und zu komplizirten Blüthenständen angeordnet; der einfächerige Fruchtknoten enthält nur eine Samenanlage; das sogenannte Korn ist die Frucht, eine

Digitized by Google

Caryopse, mit der bisweilen noch die beiden Spelzen verwachsen sind (z. B. Gerste, Hafer).

Eine solche Blüthe sitzt in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze, Palea inferior (Fig. 208 b_1, b_2 ...), und hat noch ein Vorblatt, die Vorspelze, Palea superior (Fig. 208 *ps*); diese beiden Spelzen, Paleae (auch Bälglein genannt), schließen die Blüthe vollständig ein; auf die Vorspelze folgt noch ein in zwei Theile, die Lodiculae, getheiltes Hochblatt. Solche von den Spelzen umschlossene Grasblüthen sind meist zu zweien oder mehreren an einer Achse (*x* Fig. 208) zusammengeordnet, und bilden das sog. Grasährchen, Spicula, welches gewöhnlich unterhalb der ersten Blüthe noch zwei unfruchtbare, d. h. in ihren Achseln keine Blüthen tragenden Spelzen, die sogenannten Klappen oder Hüllspelzen, Glumae (auch Balg genannt, Fig. 209 *g*), besitzt. Ein Grasährchen besteht also aus einer Achse mit zweireihig angeordneten Spelzen,

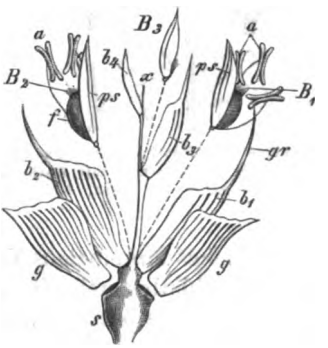


Fig. 208. Ährchen des Weizens zergliedert (vergr.); *x* Achse des Ährchens, *g* Glumae, b_1, b_2 ... die Deckblätter der Blüthen, Paleae inferiores mit Granne *gr*; B_1, B_2 ... die Blüthen, in Richtung der punktirten Linien aus der Achsel der Deckblätter herausgezogen; *ps* deren Vorblätter, Paleae superiores, *a* Antheren, *f* Fruchtknoten.

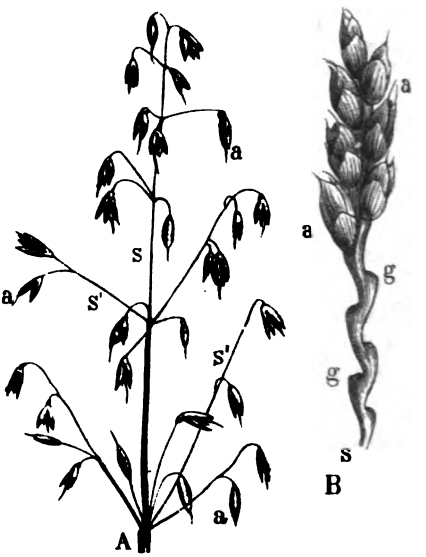


Fig. 209. *A* Grasrispe des Hafers, Avena sativa; *s* Hauptachse, *s'* Seitenäste, *a* Ährchen ($^1/_3$ der nat. Gr.). *B* Grasähre des Weizens, *s* Spindel, *g* die Ausschnitte derselben, in welchen die Ährchen *a* sitzen; diese sind am unteren Theile entfernt (nat. Gr.).

von denen die beiden untersten unfruchtbar sind, die folgenden aber in ihrer Achsel je eine Blüthe tragen, unter welcher sich noch ein der Blüthenachse selbst angehörendes Vorblatt findet. Die Deckspelzen tragen häufig, bald an ihrer Spitze, bald auf ihrem Mittelnerv einen borstenartigen Fortsatz, die Granne (Arista) (Fig. 208 *gr*).

Die Zahl der Blüthen in einem Ährchen ist nach den Gattungen verschieden, häufig ist nur die unterste nebst Rudimenten der oberen vorhanden; ist dagegen nur eine der oberen Blüthen entwickelt, somit die unteren Deckspelzen ohne Blüthen in ihren Achseln, so werden diese un-

Digitized by Google

teren blüthenlosen Deckspelzen noch als Hüllspelzen betrachtet, die somit in größerer Anzahl als zwei vorhanden sind. Die Ährchen selbst sind bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. Roggen, Weizen, Fig. 209 *B*) in zwei Reihen an einer Hauptspindel sitzend, oder in diese eingesenkt: der Blüthenstand kann dann als Grasähre bezeichnet werden; bei den meisten übrigen Gattungen aber trägt die Hauptachse des Blüthenstandes verschieden lange, dünne, oft sich wiederum reich verzweigende Seitenäste, an deren Ende die Ährchen stehen; so bildet sich die Grasrispe (z. B. Hafer, Fig. 209 *A*). Dieselbe ist entweder locker ausgebreitet mit gestreckten Ästen (Fig. 209 *A*), deren Seitenzweige oft schon am Grunde auftreten und den Schein von Quirlen erregen, oder aber dicht zusammengezogen mit verkürzten Zweigen, z. B. Alopecurus. Die Stellung der Zweige dieser Rispe ist stets mehr oder minder dorsiventral; am deutlichsten da, wo die untersten Seitenzweige der Rispenäste alle auf der gleichen Seite der Rispe entspringen (einseitige Rispen, z. B. Festuca).

Der Stengel ist gewöhnlich hoch, die Knoten stark entwickelt, die langen Internodien innen hohl; die Scheiden der Blätter sind sehr mächtig entwickelt und hüllen oft noch mehrere der oberen Internodien ein. An der Grenze von Scheide und Spreite findet sich eine häutige Ligula (s. oben S. 20, Fig. 15 *A*).

Die Gräser werden in folgender Weise eingetheilt:

I. Gruppe. **Panicoideae.** Mehr als zwei Hüllspelzen, d. h. die unteren Deckspelzen ohne Blüthen.

Unterfamilie 1. Oryzeae. Vier Hüllspelzen, oft nur durch Borsten angedeutet: *Oryza* sativa, Reis, aus Ostindien, in nassen Gegenden Südeuropas angebaut.

Unterfamilie 2. Phalarideae. Vier Hüllspelzen, wovon das innere Paar kleiner: *Phalaris* arundinacea an Ufern häufig, in Gärten eine Varietät mit weißgestreiften Blättern kultivirt. — *Anthoxanthum* odoratum, Ruchgras, mit nur zwei Staubblättern, ährenförmiger Rispe, auf Wiesen gemein, verursacht den angenehmen Geruch des Heus.

Unterfamilie 3. Andropogoneae. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die größte: *Zea* Mais, Mais, in wärmeren Gegenden gebaut; die Blüthen sind einhäusig; die männlichen in lockerer Rispe an der Spitze des Halms, die weiblichen seitlich unten am Halm zu einem dicken, von scheidigen Blättern umhüllten Kolben angeordnet. — *Saccharum* officinarum, Zuckerrohr, in Ostindien einheimisch.

Unterfamilie 4. Paniceae. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die kleinste: *Panicum* in mehreren Arten, besonders auf Ackerland, die Ährchen in fingerig oder traubig zusammengestellten Ähren.

II. Gruppe. **Poaceoideae.** Nur zwei Hüllspelzen; bei einblüthigen Ährchen sind die obersten Blüthen verkümmert.

Unterfamilie 5. Chlorideae. Die Ährchen einblüthig, zweizeilig in fingerig zusammengestellten Ähren: *Cynodon* Dactylon, an wüsten Plätzen stellenweise häufig.

Unterfamilie 6. Stipeae. Ährchen einblüthig, stielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, in Rispen: *Stipa* pennata mit sehr langer, federig behaarter Granne. — *Milium* effusum ohne Granne, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 7. Agrostideae. Ährchen einblüthig, von der Seite zusammengedrückt, in verschiedener Anordnung:

a) in lockeren Rispen: *Agrostis* mit kahler oder nur kurz behaarter Achse des Ährchens, A. vulgaris, stolonifera häufig auf Wiesen, in Gebüschen, A. spica venti,

Digitized by Google

Windhalm, häufig auf Äckern. — Bei *Calamagrostis* (in mehreren Arten an Flußufern, in Wäldern) ist die Ährchenachse mit langen Haaren besetzt.

b) in zusammengezogenen Rispen: *Alopecurus*, Fuchsschwanzgras, mit am Grunde verwachsenen Hüllspelzen und nur rudimentärer Vorspelze. — *Phleum* mit freien Hüllspelzen und deutlicher Vorspelze, beide häufig auf Wiesen.

c) in einfacher Ähre sitzend: *Nardus* stricta, Borstengras; die Hüllspelzen sind sehr verkümmert oder fehlen ganz: nur eine Narbe; die Halme und Blätter sind sehr rauh; auf Moorwiesen und magerem Boden nicht selten.

Unterfamilie 8. Avenaceae. Ährchen mehr- (meist zwei-)blüthig; die Hüllspelzen (wenigstens eine) so lang als das ganze Ährchen: *Avena*, Hafer, mit lockerer Rispe, zweizähniger Deckspelze, in mehreren Arten: A. elatior, pubescens, flavescens, häufig auf Wiesen. Als Getreide werden gebaut: A. sativa mit allseitswendiger, A. orientalis mit einseitswendiger Rispe, A. strigosa mit behaarter Ährchenachse, A. nuda mit meist dreiblüthigen Ährchen. — *Aira* caespitosa und flexuosa, Schmiele mit abgestutzter Deckspelze, häufig auf Wiesen, in Wäldern. — *Holcus*, Honiggras, die obere Blüthe des zweiblüthigen Ährchens meist männlich; die Blattscheiden weichhaarig, häufig auf feuchten Wiesen.

Unterfamilie 9. Arundineae. Ährchen mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als das Ährchen, die Ährchenachse mit seidenartigen Haaren besetzt: *Phragmites* communis, Schilf, an Ufern gemein. — *Molinia* coerulea mit sehr langem, größtentheils aus nur einem Internodium bestehendem Halm, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 10. Festucaceae. Ährchen meist mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als die unterste Deckspelze: *Melica*, Perlgras, mit bisweilen einblüthigen Ährchen und längeren Hüllspelzen, in Wäldern häufig. — *Briza*, Zittergras, mit seitlich zusammengedrückten, an der Basis herzförmigen Ährchen, auf Wiesen gemein. — *Köleria* cristata mit zusammengezogener Rispe, auf trockenen Wiesen häufig. — *Dactylis* glomerata, Knäuelgras, mit zusammengezogener aber in einzelne länger gestielte Abschnitte getheilter Rispe, gemein auf Wiesen. — *Poa* pratensis, trivialis u. a. auf Wiesen gemein, Ährchen seitlich stark zusammengedrückt, die Spelzen mit scharfem Kiel, P. annua, gemein an Wegen. — *Festuca* elatior u. a., Schwingel, gemein auf Wiesen. — *Bromus*, Trespe, in mehreren Arten, gemein in Feldern (B. secalinus), auf Wiesen (B. mollis u. a.), an Wegen (B. sterilis, tectorum). — *Brachypodium* mit sehr kurz gestielten Ährchen in einfacher Ähre, häufig auf Wald- und Haidewiesen.

Unterfamilie 11. Hordeaceae. Die Ährchen sitzen in Einsenkungen der Spindel in einer sog. Ähre. — Bei *Lolium*, Lolch (L. perenne überall gemein), stehen die Ährchen mit ihrem Rücken (d. h. mit der Mittellinie der einen Spelzenreihe) gegen die Hauptspindel, die dieser zugewendete Hüllspelze meist verkümmert. Bei allen anderen Gattungen wenden die Ährchen ihre Seite der Hauptspindel zu. — *Secale* cereale, Roggen, mit zweiblüthigen Ährchen, schmalen pfriemähnlichen Hüllspelzen. — *Triticum*, Weizen, mit drei- bis mehrblüthigen Ährchen, eiförmigen Hüllspelzen; T. repens, Quecke, überall gemein, wegen des weitkriechenden Rhizoms ein lästiges Unkraut in Gärten. Kultivirt werden: T. vulgare, gemeiner Weizen, mit langen Hüllspelzen, deren Rücken gerundet, und T. turgidum, englischer Weizen, mit gekielten kürzeren Hüllspelzen, diese beiden mit zäher Ährenspindel und von den Spelzen fest umschlossener Frucht; T. Spelta, Spelz oder Dinkel, mit fast vierkantiger Ähre; T. dicoccum, Emmer, mit zusammengedrückter Ähre. Alle Arten variiren mit langer und sehr kurzer Granne. — *Hordeum*, Gerste, drei einblüthige Ährchen sitzen gemeinsam in einer Einsenkung der Spindel. H. murinum, Mäusegerste, niedrig, gemein an Wegen, Mauern. Kultivirt werden besonders: H. vulgare und H. hexastichum mit lauter fruchtbaren Ährchen, bei letzterer gleichmäßig abstehend, daher sechszeilig, bei ersterer die mittleren anliegend, die seitlichen abstehend, daher »vierzeilige«; ferner H. distichum, zweizeilige Gerste, deren seitliche Ährchen männlich sind, daher die Früchte nur in zwei Zeilen. Die Frucht ist meist mit den Spelzen verwachsen.

Digitized by Google

Offizinell: Rhizoma Graminis, die unterirdischen weitkriechenden Ausläufer der Quecke, Triticum repens. — Amylum Tritici, Stärkemehl der Frucht von Triticum vulgare.

Ordnung 6. Scitamineae.

Blüthen zygomorph oder asymmetrisch: $\downarrow P3 + 3\,A3 + 3\,G\,(\underline{3})$, jedoch mit bisweilen sehr starker Reduktion des Andröceums. Beide Perigonkreise corollinisch, oder der äußere calicinisch. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Frucht eine Kapsel oder Beere. Kein Endosperm, aber reichliches Perisperm. — Stattliche Kräuter mit großen, in der Knospenlage zusammengerollten Blättern, deren Spreite fiedernervig.

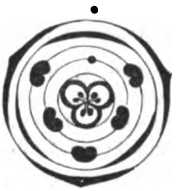


Fig. 210. Diagramm von Musa.

Fam. 1. Musaceae. Perigon corollinisch, unregelmäßig ausgebildet, das vordere äußere Blatt meist sehr groß, das hintere innere immer sehr klein, bei Musa sind die 5 vorderen zu einer hinten offenen Röhre verwachsen; das hintere Staubblatt steril oder fehlend, die anderen fertil. Die Unterfamilie der Heliconieen weicht im Blüthenbau ab. Stauden von kolossalem Wuchs mit mehrere Meter langen Blättern. Die Blüthen stehen meist in ährenförmigen Blüthenständen in der Achsel großer, oft gefärbter Deckblätter, bisweilen zahlreich in der Achsel je eines Deckblattes.

Musa paradisiaca, Pisang, M. Sapientum, Banane, und M. Ensete stammen aus der Tropenregion der alten Welt; die beiden ersteren sind jetzt auch in Amerika verbreitet und erfahren ausgedehnte Anwendung; die beerenartigen Früchte werden gegessen, die Fibrovasalstränge zu Geweben benutzt.

Fam. 2. Zingiberaceae. Blüthen einzeln in den Achseln von Hochblättern, zygomorph; nur das hintere Staubblatt des inneren Kreises fruchtbar mit vollständiger Anthere; die zwei vorderen Staubblätter des inneren Kreises zu einem kronenblattartigen Gebilde, dem Labellum, verwachsen (Fig. 212), zuweilen noch zwei hintere Staminodien des äußeren Kreises.

Fig. 211. Diagramm vieler Zingiberaceenblüthen.

Fig. 212. Blüthe von Canna indica (nat. Gr.). *f* der unterständige Fruchtknoten, *pa* äußeres, *pi* inneres Perigon, *g* Griffel, *st* das fertile Staubblatt mit der Anthere *an*, *l* Labellum, *α* und *β* die beiden anderen Staminodien (nach *Eichler*).

Offizinell: Rhizoma Zingiberis, Ingwer, von Zingiber officinale in Ostindien (in Westindien auch kultivirt). — Rhizoma Zedoariae, Zittwer, von Curcuma Zedoaria in Ostindien. — Rhizoma Galangae von Alpinia officinarum in China. Fructus Cardamomi von Elettaria Cardamomum in Ostindien.

Digitized by Google

Das Stärkemehl der Rhizome von *Curcuma* angustifolia und leucorrhiza kommt als ostindisches Arrow-root in den Handel.

Fam. 3. Cannaceae. Blüthen in zweiblüthigen Wickeln in den Hochblattachseln, unsymmetrisch. Das Androeceum wird von einer Anzahl blumenblattartiger Gebilde repräsentirt, von denen eines (das hintere Staubblatt des inneren Kreises) eine halbe Anthere trägt (Fig. 212 *st*, *an*); von den übrigen Staminodien ist eines größer, zurückgerollt, das Labellum (Fig. 212 *l*), die anderen schmäleren (Fig. 212 *α* und *β*) wechseln in ihrer Zahl nach den Arten; Fruchtknotenfächer mit mehreren Samenanlagen.

Canna indica und mehrere andere Arten werden als Zierpflanzen häufig kultivirt.

Fam. 4. Marantaceae. Blüthen zu zweien in den Hochblattachseln, unsymmetrisch, aber in jedem Paare gegenseitig symmetrisch; das hintere Staubblatt des inneren Kreises mit halber Anthere; außerdem vier Staminodien; nur eine Samenanlage im Fruchtknotenfach.

Das Stärkemehl des Rhizoms von *Maranta* arundinacea in Westindien ist das eigentliche »Arrow-root«.

Ordnung 6. Gynandrae.

Blüthen zygomorph, im Androeceum reduzirt, dieses mit dem Gynäceum verwachsen. $\downarrow P3 + 3\,A1 + 2\,G\,\overline{(3)}$. Fruchtknoten unterständig. Samen sehr klein, ohne Endosperm; Embryo ein winziger ungegliederter Gewebekörper.

Fam. 1. Orchideae. Die Blüthen der meisten Gattungen entsprechen der Formel: $\downarrow P3 + 3A1 + \dagger\,2\,G\,\overline{(3)}$, die von Cypripedium jedoch $\downarrow P3 + 3\,A\,\dagger\,1 + 2\,G\,\overline{(3)}$ (Fig. 213 *A*, *B*). Die Blüthe ist durch Drehung des

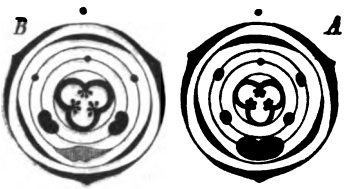


Fig. 213. Diagramme von Orchideenblüthen; *A* der gewöhnlichen Form, *B* von Cypripedium; die schraffirten Staubblätter sind Staminodien.

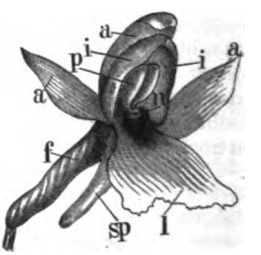


Fig. 214. Blüthe von Orchis mascula (2 mal vergr.). *f* der gedrehte Fruchtknoten; *a a a* die drei äußeren Perigonblätter, *i i* zwei der inneren, *l* das dritte innere Perigonblatt, Labellum mit Sporn *sp*, *n* Narbe, *p* die Pollensäcke.

Fruchtknotens (Fig. 214 *f*) gewöhnlich so gedreht, daß die hinteren Glieder, statt wie gewöhnlich nach oben, nach unten zu stehen kommen. Die beiden Perigonkreise sind corollinisch und zwar zygomorph ausgebildet. Das hintere Blatt des inneren Kreises, Labellum genannt (Fig. 214, s. auch Fig. 186 *l*), ist stets größer als die übrigen und von mannigfaltiger Form, häufig mit einem Sporn (Fig. 214 *sp*) oder einer sackartigen Höhlung (Fig. 186) versehen. Die Filamente der drei Staubblätter sind mit den drei Griffeln zu einer gemeinschaftlichen Säule, dem Gynostemium (Fig. 186 *S*,

Digitized by Google

Fig. 216 *B* und *C*, *gs*) verwachsen. Das fertile Staubblatt trägt eine zweifächerige (durch Schwinden der Scheidewand öfter ein-, seltener vierfächerige) Anthere, die beiden anderen sind Staminodien (Fig. 186 *x*) und erscheinen bisweilen nur als kleine zahnartige Vorsprünge (Fig. 214). — Der Pollen zerfällt bei einigen in die einzelnen Körner, bei anderen bleiben diese zu Tetraden, bei den meisten zu Massen vereinigt, deren jede einem Pollensack entstammt (Fig. 214 *p*, 186 *p*). — Bei der Bestäubung, die hier immer durch Insekten vermittelt wird, bleiben diese Pollenmassen mittelst eines klebrigen Theils der Narbe, des Rostellum (Fig. 186 *h*), beide am Insektenrüssel haften, von dem sie in anderen Blüthen an der Narbe abgesetzt werden. Bei ausländischen Formen sind diese Verhältnisse viel verwickelter. — Der unterständige Fruchtknoten ist einfächerig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenanlagen.

Die bei uns einheimischen Arten besitzen unterirdische Rhizome oder Knollen. Diese Knollen sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden, die eine ältere, zur Blüthezeit schlaffere (Fig. 215 *A* und *B*, 1) trägt den ober-

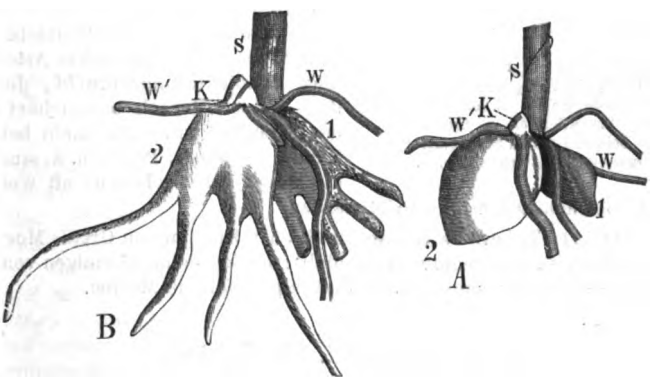


Fig. 215. Knollen *A* von Orchis Morio, *B* von Gymnadenia conopea; *s* blüthentragende Stengel, *1* die diesjährige, *2* die nächstjährige Knolle mit Knospe *k*, *w* und *w'* Wurzeln (nat. Gr.).

irdischen blüthentragenden Stengel (Fig. 215 *s*) oder bei jungen Pflanzen einen kurzen unterirdischen Stamm, der nur Blätter über die Erde treibt. Am oberen Ende dieser Knolle entspringt die festere Knolle (Fig. 215 2), welche an ihrem Gipfel die Knospe des nächstjährigen Stammes (*K*) trägt. Die Knolle ist aufzufassen als eine Seitenknospe, welche mit ihrer ersten Wurzel (oder deren mehreren, Fig. 215 *B*) zusammen verschmilzt und anschwillt; die Spitze der ungetheilten (Fig. 215 *A*), sowie die Spitzen der getheilten handförmigen Knollen (Fig. 215 *B*) haben, wenigstens im jungen Zustande, die Beschaffenheit von Wurzelspitzen.

Orchis Morio, militaris, mit rundlichen oder länglichen Knollen (Fig. 215 *A*), O. latifolia, incarnata mit handförmigen in Wurzeln ausgehenden Knollen (Fig. 215 *B*), häufig auf feuchten Wiesen. — *Gymnadenia* conopea mit langer Blüthenähre, und ebenfalls handförmigen Knollen, in Wäldern, auf Haiden. — *Ophrys* myodes, apifera, aranifera mit zierlichen, im Aussehen an Insekten erinnernden Blüthen, ziemlich selten auf Haiden, in Auen. — *Cephalanthera* rubra, *Epipactis* latifolia u. a. mit krie-

Digitized by Google

chendem Rhizom, in Wäldern. — *Coralliorrhiza* innata mit korallenähnlich verzweigtem unterirdischen Rhizom, ohne Wurzeln, *Epipogon* Gmelini ebenfalls ohne Wurzeln, chlorophyllfrei, leben im Humus der Gebirgswälder, selten. — *Neottia* Nidus avis, ebenfalls ein chlorophyllfreier Humusbewohner, besitzt ein dicht mit fleischigen Wurzeln, die wie die Zweige in einem Vogelneste untereinander verschlungen sind, besetztes Rhizom, häufig in Wäldern. — *Cypripedium* Calceolus, Frauenschuh, in Gebirgswäldern, mit kriechendem Rhizom und breiten eiförmigen Blättern. Die Perigonblätter sind braunroth gefärbt, das gelbe Labellum bildet einen schuhförmigen hohlen Sack. Der Blüthenbau weicht von dem oben geschilderten der meisten Gattungen ab. Hier sind die beiden Staubblätter, die bei den übrigen Staminodien sind, fertil (Fig. 216 *aa*, vergl. Fig. 213), und das vordere, das sonst allein eine Anthere trägt, ein großes Staminodium (Fig. 216 *s*).

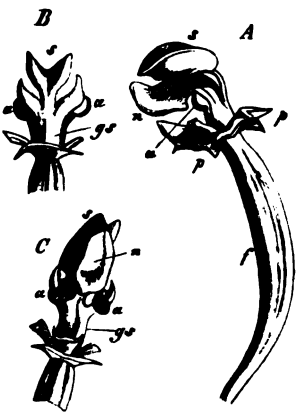


Fig. 216. Blüthe von Cypripedium Calceolus; die Perigonblätter *pp* sind abgeschnitten. *A* von der Seite. *B* von hinten, *C* von vorne; *f* Fruchtknoten, *gs* Gynostemium, *aa* die beiden fertilen Staubblätter, *s* Staminodium, *n* Narbe (nach *Sachs*).

Einen noch größeren Reichthum an Formen besitzen die in den Tropen vorkommenden Gattungen und Arten, welche meist auf Bäumen leben und mächtige Luftwurzeln treiben. — *Vanilla* planifolia und andere Arten haben eine lange schotenförmige Frucht, die sich durch ihren feinen Geruch auszeichnet, und unter dem Namen Vanille allgemein bekannt ist. — *Vanda*, *Oncidium*, *Phajus* u. a. sind Gattungen, die wegen ihrer schönen, oft wohlriechenden Blüthen in Gewächshäusern kultivirt werden.

Offizinell: Tubera Salep, die rundlichen Knollen von Orchis Morio, mascula, ustulata, militaris, Anacamptis pyramidalis, sowie die handförmigen von Platanthera bifolia u. a. — Fructus Vanillae von Vanilla planifolia in Mexico.

Ordnung 7. Helobiae.

Blüthen aktinomorph, im allgemeinen nach dem Monocotylentypus gebaut, jedoch mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum, $P3 + 3$ $A3 + 3 + \ldots$ $G3 + \ldots$ Fruchtknoten unterständig oder oberständig und dann apokarp. Endosperm spärlich oder fehlend. — Sumpf- oder Wasserpflanzen.

Fam. 1. Juncagineae. $P3+3\,A3+3\,G^{3}+^{3}$. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Der äußere Fruchtblattkreis schlägt hier und da fehl.

Fig. 217. Diagramm der Blüthe von Triglochin.

Triglochin palustre häufig in Sümpfen, an Ufern. Die Blüthen stehen in einer langen lockeren Ähre ohne Deckblätter in spiraliger Anordnung. — *Scheuchzeria* palustris, seltener in Mooren, die Blüthen stehen in der Achsel zweizeilig gestellter Deckblätter.

Fam. 2. Alismaceae. $K3\ C3\ A3^{2} + 3$ oder ∞ $G3 + 3$ oder ∞. Der äußere Perigonkreis kelchartig, oft an der Basis verwachsen, der innere corollinisch, weiß oder violett.

Digitized by Google

Butomus umbellatus (Fig. 218 *A*, 219); die Blüthen von der Formel $K3\,C3\,A3^2 + 3\,G\overline{3+3}$ mit violetten Kronenblättern stehen in einer aus Schraubeln zusammengesetzten Dolde auf der Spitze meterhoher Stengel, die mit eben so langen Blättern aus dem unterirdischen Rhizom entspringen. Die Samen zahlreich an der Innenfläche

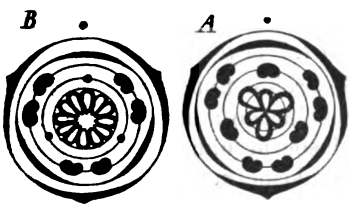


Fig. 218. Diagramme von Alismaceen, *A* Butomus, *B* Alisma.

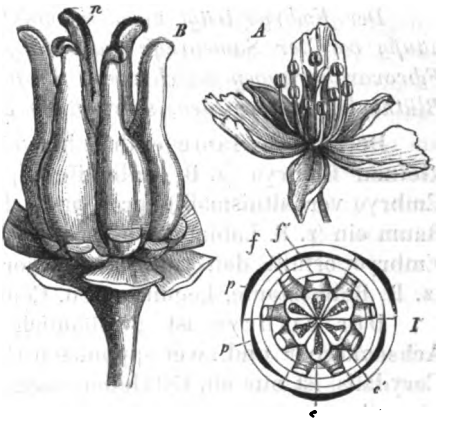


Fig. 219. Butomus umbellatus, *A* Blüthe (nat. Gr.), *B* Gynäceum, *n* Narben (vergr.); *I* Diagramm, *pp* Perigon; *f* Staubblätter des äußeren Wirtels, verdoppelt; *f'* des inneren Wirtels; *c* äußerer, *c'* innerer Fruchtblattwirtel (nach *Sachs*).

des Fruchtblatts (s. Fig. 178 *C*). — *Alisma* Plantago, Froschlöffel (Fig. 219 *B*). $K3\,C3\,A\,3^2 + 0\,G\,\overline{\infty}$; die zahlreichen monomeren einsamigen Fruchtknoten stehen dichtgedrängt auf dem verbreiterten Blüthenboden. Die Hauptachse des großen Blüthenstandes trägt quirlig gestellte Zweige, die sich schraubelähnlich weiter verzweigen. Gemein an nassen Orten. — *Sagittaria* sagittaefolia, Pfeilkraut. $K3\,C3$, ♂ $A\,\infty$, ♀ $G\,\overline{\infty}$, monöcisch. Die Blüthen stehen in dreizähligen Quirlen, die männlichen in den oberen, die weiblichen in den unteren. Die sehr zahlreichen, einsamigen Fruchtknoten auf einem fleischigen Köpfchen. Nur die Blüthenstände und die pfeilförmigen Blattspreiten ragen über das Wasser empor.

Fam. 3. Hydrocharideae. Fruchtknoten unterständig. $K3\,C3\,A3 + 3 + \ldots\,G\,\overline{(3+\ldots)}$. Blüthen meist diklinisch, indem die weiblichen Blüthen statt der Staubblätter Staminodien tragen, die männlichen kein Gynäceum, dafür aber vermehrte Kreise im Andröceum enthalten. — Wasserpflanzen.

Elodea canadensis, Wasserpest, mit gestrecktem Stamm, einnervigen, in dreizähligen Quirlen stehenden Blättern; stammt ursprünglich aus Nordamerika, hat sich in den Flüssen Norddeutschlands in einer für die Schiffahrt lästigen Weise verbreitet. — *Vallisneria* spiralis lebt in Seen und Gräben des wärmeren Europas untergetaucht. Stamm kurz mit dichtgedrängten schmalen Blättern. Die weiblichen Blüthen werden über das Wasser auf langen Stielen emporgehoben; die männlichen Blüthenstände reißen sich los und schwimmen auf dem Wasser umher, um die weiblichen Blüthen zu befruchten; die Frucht reift wieder auf dem Grunde des Wassers. — *Stratiotes* aloides mit starren schmalen Blättern. — *Hydrocharis* Morsus ranae, Froschbiß; das Pflänzchen trägt rundliche herzförmige Blätter und schwimmt auf dem Wasser.

Digitized by Google

Klasse XIX.

Dicotyledones.

Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter sind fast immer netzaderig; der Blüthenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Der reife Same enthält bisweilen ein großes Endosperm und einen kleinen Embryo (z. B. Umbelliferen, Euphorbiaceen); häufig ist aber der Embryo verhältnismäßig groß und das Endosperm nimmt einen kleinen Raum ein (z. B. Labiaten), oder endlich das Endosperm fehlt ganz und der Embryo erfüllt den ganzen von der Samenschale umschlossenen Raum (z. B. Roßkastanie, Leguminosen, Compositen).

Der Embryo ist gewöhnlich gegliedert und besteht aus einem Achsenkörper und zwei opponirten Cotyledonen; in seltenen Fällen (z. B. Corydalis) ist nur ein Cotyledon vorhanden, oder es treten abnormerweise bisweilen drei auf (z. B. Eiche, Mandel). Die Cotyledonen bilden gewöhnlich die Hauptmasse des Embryos, z. B. bei Leguminosen (Fig. 220 *A*, *c*), Roßkastanie, wo sie dick und fleischig werden. Das Stammende trägt

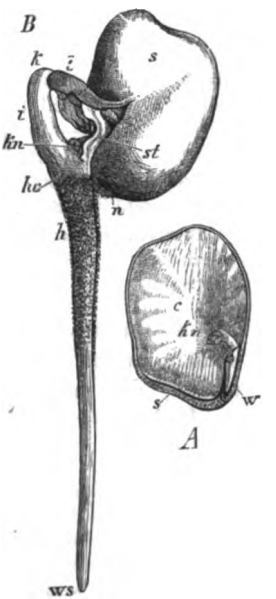


Fig. 220. Keimung von Vicia Faba. *A* reifer Same nach Wegnahme des einen Cotyledons; *s* Samenschale, *c* Cotyledon, *kn* Blattknospe, *w* Wurzelende; *B* Keimung; *st* Stiele der Cotyledonen; *k* Krümmung des epicotylen Gliedes *i*; *hc* hypocotyles Glied; *h* die Hauptwurzel, *ws* deren Spitze (nach *Sachs*).

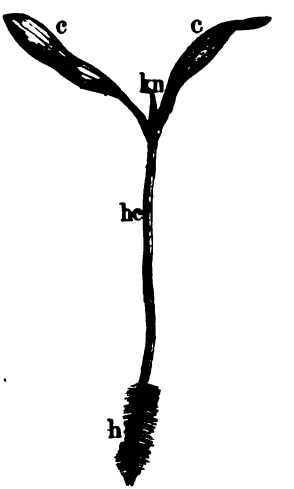


Fig. 221. Keimpflanze des Ahorns (nat. Gr.); *cc* die beiden Cotyledonen, *kn* Gipfelknospe des Stämmchens, *hc* hypocotyles Glied, *w* Pfahlwurzel mit Wurzelhaaren *h*, unten nicht mehr ganz gezeichnet.

Digitized by Google

über den Cotyledonen entweder eine mehrblätterige Knospe, z. B. Vicia (Fig. 220 *kn*), oder endigt nackt. — Bei den chlorophyllfreien kleinsamigen Humusbewohnern und Schmarotzern (z. B. Monotropa, Orobanche) ist der Embryo ungegliedert und besteht nur aus einer wenigzelligen Gewebemasse.

Bei der Keimung verlängert sich das hypocotyle Glied nach Sprengung der Samenschale so weit, um die Wurzel aus dem Samen hinauszuschieben, welche nun selbst rasch wächst und eine bedeutende Länge erreicht (Fig. 220 *B*, *h*), während die übrigen Theile noch im Samen verweilen. Die Cotyledonen bleiben nun entweder während der ganzen Keimung im Samen stecken und gehen, nachdem die Nahrungsstoffe aus ihnen in die Pflanze übergegangen sind, zu Grunde (z. B. Roßkastanie, Vicia, Fig. 220); es strecken sich dabei deren Stiele so weit, daß die Stammknospe, anfangs eingebogen, hinausgeschoben wird und sich später aufrichtet. Gewöhnlich aber (Fig. 221) treten die Cotyledonen aus der Samenschale heraus, ergrünen und fungiren als die ersten Laubblätter der Pflanze.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt häufig auch die Hauptachse der Pflanze, welche, am Gipfel sich verlängernd, zahlreiche schwächere Seitensprosse erzeugt; es kommt aber auch sehr oft vor, daß späterhin Seitenzweige sich ebenso stark entwickeln wie der Hauptstamm; indem dabei die untersten schwächeren Seitenzweige absterben, kommen die Baumkronen der Laubbäume zu stande; bei den Sträuchern entspringen solche kräftige Seitenzweige schon nahe an der Basis des Hauptstammes. Bei vielen Laubbäumen sind aber der Stamm und die Zweige Sympodien, indem jährlich die oberste Seitenknospe die Richtung der Mutterachse fortsetzt, während deren Gipfel sich nicht weiter entwickelt. Außerdem bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen, als Rhizome, Ausläufer, Knollen- (seltener Zwiebel-)bildung an Stämmen und Wurzeln, durch welche das Leben des Individuums an neue Seitenachsen übergeht. — Wo die Keimachse fortan die Hauptachse bleibt, da erreicht auch die Hauptwurzel eine mächtige Entwickelung als Pfahlwurzel, aus welcher die Seitenwurzeln in akropetaler Reihenfolge hervorbrechen; wenn das Längenwachsthum der Pfahlwurzel erlischt, treten zahlreiche adventive Wurzeln an ihren älteren Theilen auf, welche gleich den anderen Seitenwurzeln in mehreren Generationen erzeugen können und so ein mächtiges Wurzelsystem aufbauen.

Die Fibrovasalstränge des Stammes sind fast immer offene und vermitteln durch die Thätigkeit des sich konstituirenden Cambiumringes das Dickenwachsthum der kräftigeren Stämme (s. § 34). In einzelnen Fällen verlaufen außer diesen zu einem Kreis geschlossenen Strängen noch andere isolirte Stränge durch den Stamm, z. B. bei Begonia, Aralia; oder es finden noch komplizirtere Verhältnisse in der Anordnung der Stränge statt, z. B. bei Piperaceen, Sapindaceen, Menispermaceen, Phytolacca u. a.

Die Verzweigung des Stammes ist fast immer monopodial und vorherrschend axillär. Natürlich bilden die Fälle, wo die Deckblätter der

Digitized by Google

Sprosse, wie z. B. in den Blüthentrauben der Cruciferen, unterdrückt sind, keine Ausnahme.

Die Blätter zeigen in ihren Stellungs- und Formverhältnissen die größte Mannigfaltigkeit. Die Laubblätter sind gewöhnlich in Stiel und Spreite gesondert, stengelumfassende Scheiden kommen seltener vor, dagegen häufig Nebenblätter. Verzweigung des Blattes ist sehr häufig und gewöhnlich schon durch Zähne und andere Einschnitte am Rande angedeutet. — Die Nervatur der Laubblätter ist (mit Ausnahme der dicken, fleischigen Blätter) durch die zahlreichen auf der Unterseite vortretenden Nerven und deren zahlreiche krummlinige Anastomosen ausgezeichnet. Gewöhnlich ist ein Mittelnerv vorhanden, welcher rechts und links seitliche Nerven abgiebt.

Die Blüthen, welche bei seitlicher Stellung zumeist zwei Vorblätter besitzen, lassen sich nicht auf einen Typus zurückführen, sondern sind ziemlich verschieden gebaut:

Bei einer Anzahl von Formen finden wir Perigon und Androeceum isomer, gewöhnlich vier-, fünf- oder sechszählig; die Anordnung ist entweder spiralig ($^2/_5$) oder quirlig, so daß immer die Staubblätter den Perigonblättern superponirt sind; letztere sind unter sich von gleicher Beschaffenheit, calicinisch; eine Krone existirt nicht (Julifloren). $P5 \mid A5$ oder $Pn + nAn + n$; $n = 2$ oder 3.

Hieran schließen sich in gewisser Beziehung solche Blüthen, in denen zu dem Perigon der ersteren noch eine damit alternirende Krone hinzukommt; zugleich erscheint noch ein zweiter der Krone superponirter Staubblattkreis (viele Centrospermae). $Kn\ Cn\ An + n$; n meist $= 5$.

Bei einem anderen, hiermit zunächst nicht vergleichbaren Typus sind alle Blüthentheile in fortlaufender Spirale angeordnet, das Perigon entweder einfach, oder an Stelle der untersten Staubblätter erscheint eine Krone, welche bei Isomerie sich meist mit dem Kelch in Alternation setzt (Polycarpicae); durch vielfache Übergänge verbunden sind damit Blüthen, deren Staubblätter sich ebenfalls quirlig ordnen, geringer an Zahl sind, und die wiederum den Bau $Kn\ Cn\ An + n$; n meist $= 5$ oder 4 besitzen. Indem die einen oder anderen Staubblätter (häufig die inneren) nicht zur Entwickelung kommen, oder Verdoppelung, Verzweigung oder Verwachsungen eintreten, wird dieser Typus, der weitaus am zahlreichsten vertretene, höchst mannigfaltig (die meisten Eleutheropetalae und Sympetalae).

Endlich bleiben noch Blüthen mit nur einfachem Perigon übrig, die sich mit keinem der obigen Typen vergleichen lassen, die somit einstweilen unerklärt sind und die Verwandtschaft der betreffenden Familien zweifelhaft lassen (Monochlamydeen).

Die Unterabtheilungen, in welche wir in folgendem System die Dicotyledonen eintheilen, sind vorzugsweise durch die eben geschilderten Verschiedenheiten des Blüthenbaues charakterisirt; es ist jedoch unmöglich, scharfe Grenzen zwischen den Abtheilungen, den Ordnungen, ja theilweise sogar den Familien anzugeben; denn den Platz, welchen eine Pflanze im

Digitized by Google

Systeme einzunehmen hat, entscheidet nicht ein einziger Charakter, sondern die Gesammtheit der Charaktere.

I. Unterklasse. **Juliflorae.** *Die Blüthen sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem calicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.*

Ordnung 1. Amentaceae.
- 2. Piperinae.
- 2. Urticinae.

II. Unterklasse. **Monochlamydeae.** *Die Blüthen mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen und ähnlichen Blüthenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. Pflanzen von zweifelhafter Verwandtschaft.*

Ordnung 4. Serpentariae.
- 5. Rhizantheae.
- 6. Balanophoreae.
- 7. Santalinae.

III. Unterklasse. **Eleutheropetalae.** *Das Perigon ist selten einfach, meist in Kelch und Krone gesondert, wenn auch letztere in vielen Fällen wiederum fehlschlägt. Die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.*

A. **Centrospermae.** *Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert; Fruchtknoten oberständig mit einer zentralen Samenanlage oder zentraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandener) Placenta. Same mit Endosperm.*

Ordnung 8. Centrospermae.

B. **Aphanocyclicae.** *Blüthen acyklisch, hemicyklisch oder cyklisch, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltener in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon, Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apokarp, mit zumeist wandständigen Placenten.*

Ordnung 9. Polycarpicae.
- 10. Rhoeadinae.
- 11. Cistiflorae.
- 12. Columniferae.

C. **Eucyclicae.** *Blüthen meist hypogyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone, und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubblattkreisen, nur selten mit mehr Staubblättern. Fruchtknoten synkarp.*

Ordnung 13. Gruinales.
- 14. Terebinthinae.

Digitized by Google

Ordnung 15. **Aesculinae.**
- 16. **Frangulinae.**
- 17. Tricoccae.

D. **Caliciflorae.** *Blüthen fast immer perigyn oder epigyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, meist mit Kelch und Krone; Staubblätter in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen. Fruchtknoten synkarp oder apokarp.*

Ordnung 18. **Umbelliflorae.**
- 19. **Saxifraginae.**
- 20. **Passiflorinae.**
- 21. **Opuntinae.**
- 22. **Myrtiflorae.**
- 23. **Thymelaeinae.**
- 24. **Rosiflorae.**
- 25. **Leguminosae.**

IV. Unterklasse. **Sympetalae.** *Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblätterig, nur höchst selten unterdrückt.*

A. **Isocarpeae.** *Fast immer ebensoviel Karpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig.*

Ordnung 26. **Bicornes.**
- 27. **Primulinae.**
- 28. **Diospyrinae.**

B. **Anisocarpeae.** *Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Karpelle.*

1. Hypogynae. **Fruchtknoten oberständig.**

Ordnung 29. **Contortae.**
- 30. **Tubiflorae.**
- 31. **Labiatiflorae.**

2. Epigynae. **Fruchtknoten unterständig.**

Ordnung 32. **Campanulinae.**
- 33. **Rubiinae.**
- 34. **Aggregatae.**

I. Unterklasse. Juliflorae.

Die Blüthen sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem calicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.

Digitized by Google

Ordnung 1. Amentaceae.

Blüthen meist diklinisch und monöcisch, in meist kätzchenartigen Blüthenständen. Perigon, wenn vorhanden, aus fünf, vier (d. h. zweimal zwei) oder sechs (d. h. zweimal drei) calicinischen Blättern bestehend; die Staubblätter meist vor den Perigonblättern. Fruchtknoten ober- oder unterständig, di- oder trimer mit mehreren Samenanlagen, die Frucht oft durch Fehlschlagen eine einsamige Schließfrucht; Same ohne Endosperm. Die Blüthen meist mit Vorblättern versehen, welche oft zu Umhüllungen der Frucht werden.

Fam. 1. Cupuliferae. Monöcisch; Fruchtknoten unterständig, Frucht eine einsamige Schließfrucht; Vorblätter bilden Umhüllungen der Frucht, welche aber nicht immer mit dieser verbunden abfallen; ihre Anordnung folgt folgendem Typus: in der Achsel der Deckschuppe (welche spiralig an der Kätzchenachse stehen) und dieser aufgewachsen steht eine Blüthe mit zwei Vorblättern α und β; in deren Achsel je wieder eine Blüthe mit den Vorblättern α_1 und β_1 (Fig. 222). Blätter einfach, mit Nebenblättern. — Bäume und Sträucher.

Unterfam. 1. Betuleae. Beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen. Weibliche Blüthen ohne Perigon; Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenanlagen; einsamige Schließfrucht ohne Hülle; die Deckschuppe verwächst mit den zwei oder vier Vorblättern (die Vorblätter α_1 fehlen stets) zu einer drei- oder fünflappigen Schuppe, welche mit der Frucht nicht zusammenhängt.

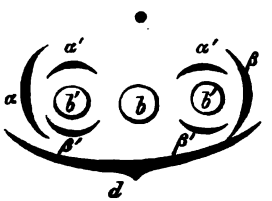


Fig. 222. Diagramm der Blüthengruppe der Cupuliferen, *d* Deckschuppe, *b* die Mittelblüthe mit den Vorblättern α und β, *b' b'* die beiden Seitenblüthen mit den Vorblättern α' und β'.

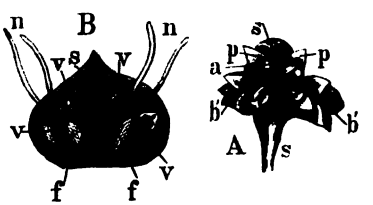


Fig. 223. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens von Alnus incana; mit der Schuppe *s* ist ihr Achselsproß verwachsen, welcher vier kleine Hochblätter und drei Blüthen trägt; davon sind zwei (*b' b'*) von der Seite sichtbar, die mittlere von oben, *p* Perigon, *a* Staubblätter. *B* Schuppe (*s*) des weiblichen Kätzchens derselben Pflanze; ihr Achselsproß trägt zwei Zweige, jeder davon zwei Vorblätter *v v*, und eine Blüthe; *f* deren Fruchtknoten, *n* die Narben (vergrößert und schematisirt).

Alnus, Erle. In den männlichen Kätzchen auf der Deckschuppe die drei Blüthen mit vier Vorblättern, jede Blüthe mit vier Perigonblättern und vier ungetheilten Staubblättern; in den weiblichen fehlt die Mittelblüthe auf jeder Deckschuppe; die vier Vorblätter (Fig. 223 *B*, *v*) verwachsen mit der Deckschuppe (*s*) zu einer fünflappigen holzigen Schuppe, die nach dem Abfallen der meist ungeflügelten Früchte an der Kätzchenspindel stehen bleibt. Die männlichen Kätzchen stehen am Ende, die weiblichen auf dem obersten Seitenzweig der vorjährigen Triebe, überwintern beide frei, ohne von Knospenschuppen eingeschlossen zu sein, und blühen vor dem Laubausbruch. Die Blätter stehen meist nach $^1/_3$; bei A. incana, der Weiß-Erle (meist an hartem Wasser,

Digitized by Google

sind sie spitz, unterseits grau, bei A. glutinosa, der Schwarz-Erle (meist an weichem Wasser), stumpf, oft ausgerandet, unterseits heller grün. — Bei Alnus viridis, der Berg-Erle (Strauch der Alpen), überwintern nur die männlichen Kätzchen nackt, die Frucht mit Flügelsaum.

Betula, Birke. In beiderlei Kätzchen sind die drei Blüthen nur mit den Vorblättern α und β entwickelt; in den männlichen Blüthen ist das Perigon meist unvollzählig und nur zwei Staubblätter entwickelt, diese aber tief zweispaltig; in den weiblichen Kätzchen verwachsen die beiden Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer dreilappigen Schuppe, die mit den ringsgeflügelten Früchten abfällt. Nur die männlichen Kätzchen überwintern nackt an der Spitze vorjähriger Triebe; die weiblichen stehen auf der Spitze seitlicher Kurztriebe mit wenigen Laubblättern in der Winterknospe eingeschlossen; daher Blüthezeit erst nach der Belaubung; die Jahrestriebe sympodial verbunden, Blätter spiralig. — B. verrucosa mit weißen Drüsen an den jungen Trieben und Blättern; B. pubescens ohne Drüsen mit behaarten Trieben, meist im Norden; außerdem B. fruticosa und B. nana, kleine Sträucher des Nordens.

Unterfam. 2. Coryleae. Beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen, Perigon der männlichen Blüthe fehlend, der weiblichen vorhanden, aber rudimentär. Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenanlagen; Deckschuppen der weiblichen Kätzchen zweiblüthig (ohne Mittelblüthe); jede Frucht umgeben von einer blattartigen Hülle, welche entsteht aus den drei Vorblättern ($\alpha\ \alpha_1\ \beta_1$ beziehungsweise $\beta\ \alpha_1\ \beta_1$) jeder Seite. In den männlichen Kätzchen nur die Mittelblüthe entwickelt; Staubblätter bis zum Grunde getheilt.

Bei *Corylus*, Hasel, sieht das weibliche Kätzchen einer Knospe ähnlich, da die äußeren sterilen Deckschuppen den Knospenschuppen gleich gebaut sind (Fig. 224 *B*; oben ragen die rothen Narben heraus; die Hülle der Frucht unregelmäßig zerschlitzt; auf der Frucht, der Haselnuß, ein kleines Spitzchen als Rest des Perigons. Die Deckschuppen der männlichen Kätzchen tragen zwei Vorblätter α und β und vier bis zum Grunde getheilte (daher scheinbar acht) Staubblätter (Fig. 224 *A*). Beiderlei Kätzchen stehen in der Achsel vorjähriger Blätter und überwintern frei; Blüthe bekanntlich vor dem Laubausbruch. Blätter zweizeilig. C. Avellana, die gemeine Haselnuß; C. tubulosa besonders mit rothen Blättern (Bluthasel), als Ziergesträuch kultivirt.

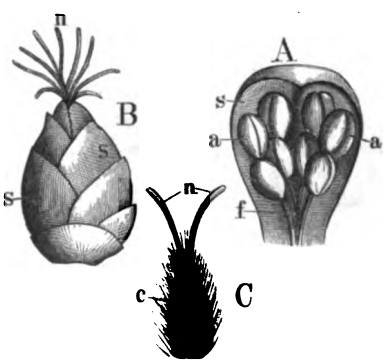


Fig. 224. Corylus Avellana. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens (*s*) mit den darauf stehenden Staubblättern *f* und Antheren *a*. *B* weibliches Kätzchen; die unteren Schuppen *s* tragen keine Blüthen; oben ragen die Narben *n* vor. *C* eine einzelne weibliche Blüthe, umgeben von der Hülle *c*, mit zwei Narben *n* (vergrößert und schematisirt).

Bei *Carpinus*, Hain- oder Weißbuche, ist die Hülle der Frucht dreilappig, die Frucht gerippt und mit einem Krönchen (dem Perigon) versehen. Die Deckschuppen des männlichen Kätzchens tragen ohne Vorblätter 4—10 tiefgespaltene Staubblätter. Beiderlei Kätzchen stehen auf der Spitze diesjähriger beblätterter Kurztriebe, daher Blüthezeit erst nach der Belaubung. Blätter zweizeilig, Jahrestriebe sympodial verbunden. — C. Betulus mit unregelmäßig wachsendem Stamme, gesägten Blättern, die längs der Seitennerven gefaltet sind. — Bei *Ostrya*, Hopfenbuche in Südeuropa, ist die Fruchthülle zu einem nur oben offenen Schlauch verwachsen.

Digitized by Google

Unterfam. 3. Fagineae. Alle Blüthen mit Perigon, dieses meist fünf- oder sechsblätterig; Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei Samenanlagen; die einsamige Schließfrucht umgeben von einer mächtigen Hülle, der Cupula, welche wahrscheinlich durch Verwachsung der vier Vorblätter α_1 β_1 α_1 β_1 entsteht, und stets mit Schuppen, Stacheln oder ähnlichen Bildungen besetzt ist. Staubblätter ungetheilt.

Bei *Quercus*, Eiche, sind die männlichen Kätzchen locker; jede Deckschuppe trägt nur eine Blüthe ohne Vorblätter, mit 5—7blätterigem Perigon und ebensoviel oder mehr davorstehenden Staubblättern (Fig. 225 *A*); die Deckschuppen der weiblichen Kätzchen tragen nur je eine (Mittel-) Blüthe; die mit schuppenförmigen Anhangsgebilden versehene Cupula umgiebt daher nur eine einzige Blüthe, resp. Frucht, und bildet an deren Basis nur das bekannte Näpfchen. Die Blätter stehen nach $^2/_5$ gegen die Spitze des Jahrestriebes gedrängt, dieser entwickelt stets einen Gipfeltrieb. Die männlichen Kätzchen stehen in der Achsel der obersten Knospenschuppen (Nebenblattpaare) an diesjährigen sowohl Lang- als Kurztrieben, die weiblichen in der Achsel von Laubblättern der Gipfeltriebe; Blüthezeit kurz nach dem Laubausbruch. Die Cotyledonen bleiben bei der Keimung von der Fruchtschale umschlossen. — Bei uns kommen zwei Arten vor: Qu. pedunculata, Stiel- oder Sommereiche, mit gestreckten weiblichen Kätzchen, deren Früchte also durch lange Strecken der Kätzchenspindel von einander getrennt sind; die fiederförmig buchtig gelappten Blätter kurzgestielt, mit an der Basis wellig eingezogener Spreite. Qu. sessiliflora, Trauben- oder Wintereiche, mit gedrungenen weiblichen Kätzchen, deren Früchte also in einem Knäuel beisammen stehen; die ähnlich gestalteten Blätter sind länger gestielt mit keilförmiger Basis der Spreite. — Qu. Suber, Korkeiche, in Südeuropa, liefert den Kork. — Zahlreiche Arten in Nordamerika.

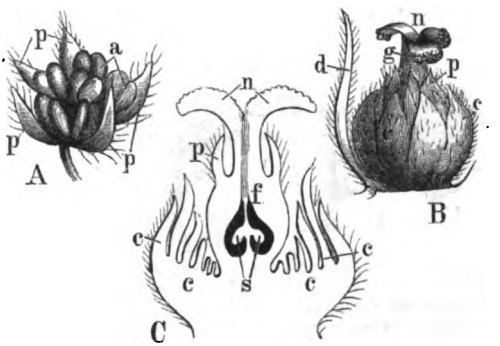


Fig. 225. Quercus pedunculata. *A* männliche Blüthe (vergr.); *p* Perigon, *a* Staubblätter. *B* weibliche Blüthe (vergr.); *d* Deckblatt, *c* Cupula, *p* das oberständige Perigon, *g* Griffel, *n* Narben. *C* dieselbe stärker vergrößert im Längsdurchschnitt, *f* Fruchtknoten, *s* Samenanlagen.

Bei *Fagus*, Buche, haben beiderlei Kätzchen die Form gestielter Köpfchen; in den männlichen stehen die Blüthen mit 4—7 Perigonblättern und 8—12 Staubblättern dichtgedrängt. Der weibliche Blüthenstand besteht aus nur zwei Blüthen, die von einer gemeinsamen Cupula und vier zarten Blättchen umgeben werden. Die Cupula ist mit derben Haaren besetzt und springt bei der Reife vierklappig auf, um die beiden dreikantigen Früchte zu entlassen, welche auf der Spitze einen pinselförmigen Rest des Perigons tragen. Die weiblichen Blüthenstände stehen auf aufrechtem Stiele in der Achsel je eines Laubblattes an den diesjährigen Gipfeltrieben, die männlichen Kätzchen mit hängenden Stielen in den unteren Blattachseln der Triebe. Blätter zweizeilig, auf der Zweigunterseite einander genähert, die Achselknospen oben genähert, die Winterknospen lang, spitz. Die Cotyledonen entfalten sich bei der Keimung Fagus silvatica, Rothbuche; eine Varietät mit rothen Blättern, Blutbuche, häufig kultivirt.

Bei *Castanea*, Edelkastanie, tragen einzelne Kätzchen im unteren Theile weibliche, im oberen männliche Blüthen, andere nur männliche. Vor jeder Deckschuppe stehen hier meist 7 männliche oder 3 weibliche Blüthen, letztere umgeben von den

Digitized by Google

Vorblättern α und β und der aus den anderen vier Vorblättern gebildeten Cupula, die bei der Reife zahlreiche stachelige Anhängsel erhält, die Früchte bis zur Reife völlig einschließt und dann vierklappig aufspringt. Beiderlei Kätzchen stehen in den Blattachseln diesjähriger Triebe, die gemischten der Spitze näher; die Blattstellung an kräftigen Trieben spiralig, an schwächeren Seitenzweigen zweizeilig. — C. vulgaris, aus Südeuropa, mit ungetheilten, gezähnten Blättern.

Offizinell: Cortex Quercus, Rinde von Quercus pedunculata und sessiliflora; Gallae, die durch den Stich eines Insektes zu Gallen umgewandelten Knospen der orientalischen Form von Quercus lusitanica.

Fam. 2. Juglandeae. Blüthen monöcisch; beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen. Jede Deckschuppe trägt eine Blüthe mit zwei Vorblättern; Fruchtknoten unterständig, dimer, mit einer aufrechten geraden Samenanlage. Die männlichen Blüthen meist der Deckschuppe aufgewachsen (Fig. 226 *A*), mit oder ohne Perigon und unbestimmter Anzahl von Staubblättern. Frucht eine Steinfrucht. Blätter gefiedert, ohne Nebenblätter, nebst den Blüthen aromatisch.

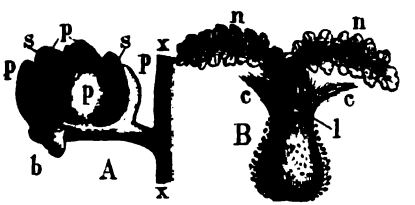


Fig. 226. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens (*b*) von Juglans nigra, mit aufgewachsener Blüthe; *p* Perigon und Vorblätter, *s* Staubblätter, *x* Kätzchenspindel. *B* weibliche Blüthe derselben Pflanze, *l* Vorblätter, *c* Perigon, *n* Narben (vergr.).

Bei *Juglans* stehen die männlichen Kätzchen am Ende blattloser Seitensprosse am vorjährigen Trieb, die weiblichen wenigblüthigen bilden das Ende diesjähriger belaubter Sprosse. Die Vorblätter der weiblichen Blüthe (Fig. 226 *l*) sind am Fruchtknoten hinaufgewachsen. Der saftige Theil der Fruchtwand ist nur dünn und springt unregelmäßig auf; die harte Steinschale öffnet sich beim Keimen (sowie künstlich) in der Mittellinie der beiden Fruchtblätter und zeigt innen die eingeschlagenen Ränder der Fruchtblätter in Form einer von unten heraufragenden unvollständigen Scheidewand, welche zwischen die beiden Cotyledonen des sehr unebenen, von der dünnen Samenschale eng umschlossenen Embryos eingreift. J. regia, Wallnußbaum, aus Südeuropa; in Nordamerika J. cinerea und nigra, *Carya* in mehreren Arten, Hickory mit sehr hartem Holze.

Offizinell: Folia Juglandis, von Juglans regia.

Fam. 3. Myricaceae. Sträucher oder Bäume, deren diklinische, zuweilen diöcische Blüthen in Kätzchen stehen, ein schuppenförmiges oder kein Perigon besitzen; Fruchtknoten dimer einfächerig mit aufrechter gerader Samenanlage.

Myrica Gale, kleiner Strauch in Torfmooren; M. cerifera in Nordamerika scheidet auf den Früchten viel Wachs ab.

Fam. 4. Salicaceae. Diöcisch; die Blüthen in Kätzchen, deren Schuppen in den Achseln unmittelbar ohne Vorblätter die Blüthen tragen. Perigon durch Honigdrüsen oder eine schüsselförmige Ausbreitung angedeutet. Fruchtknoten oberständig, dimer einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Die Frucht öffnet sich loculicid und entläßt die mit einem Haarschopf an der Basis versehenen Samen (Fig. 227 *C*). Die Kätzchen stehen auf der Spitze von seitlichen Kurztrieben, welche vorher Niederblätter oder auch wenige Laubblätter tragen.

Salix, Weide, mit ganzen Kätzchenschuppen, einer oder zwei Honigdrüsen (Fig. 227 *A*, *B*, *h*), meist zwei Staubblättern, stets ungetheilten, kurzgestielten Blättern und

Digitized by Google

nur einer (aus zweien verwachsenen) Knospenschuppe der Winterknospen. Die den ganzen Sommer über fortwachsenden Langtriebe sterben von der Spitze herein alljährlich ab. Einige Arten, wie S. alba, fragilis, babylonica, Trauerweide, mit hängenden Zweigen, werden baumartig, die meisten bleiben stets strauchförmig, einige wie S. reticulata, retusa, herbacea sind winzige niederliegende Sträuchlein der Alpen und des hohen Nordens. Bei S. purpurea und S. incana sind die beiden Staubblätter mit einander verwachsen; S. triandra hat 3 Staubblätter. Die meisten Arten wachsen an Flußufern, S. Caprea, aurita mehr in Wäldern, S. repens u. a. auf Mooren.

Populus, Pappel, mit gezähnten oder zertheilten Kätzchenschuppen, einem schüsselförmigen Perigon (Fig. 227 *C*, *p*), zahlreichen (4—30) Staubblättern, langgestielten, oft gelappten Blättern und mehreren Knospenschuppen der Winterknospen; die Langtriebe mit Endknospe. Bei der Untergattung Leuce sind die jungen Triebe und Knospen nicht klebrig, meist behaart, die Kätzchenschuppen lang behaart, die männlichen Blüthen mit meist nur 4—8 Staubblättern, die Narben armförmig getheilt. Hierher P. alba, Silberpappel, mit unterseits schneeweiß-filzigen, am Langtrieb fünflappigen Blättern; P. tremula, Aspe, Zitterpapel, mit kahlen ausgeschweift gezähnten Blättern, seitlich zusammengedrücktem, daher im Winde so leicht beweglichem Blattstiel. Bei der Untergattung Aigeiros sind die jungen Triebe und Knospen klebrig, kahl, die Kätzchenschuppen kahl, Staubblätter meist 15—30, Narben ganz oder gelappt; hierher P. nigra, Schwarzpappel, und eine Varietät mit aufrechten Ästen, italienische oder Pyramidenpappel, letztere fast nur in männlichen Individuen kultivirt.

Fam. 5. Casuarineae. Bäume vom Ansehen der Schachtelhalme mit langen gerieften Internodien und zu einer gezähnten Scheide verwachsenen Blättern. Die Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen, die männlichen aus einem einzigen Staubblatt und zwei Perigonblättern, die weiblichen aus einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, umgeben von zwei Vorblättern, die bei der Reife hart und holzig werden und das ganze Kätzchen einem Coniferenzapfen ähnlich machen.

Casuarina, in mehreren Arten in Neuholland.

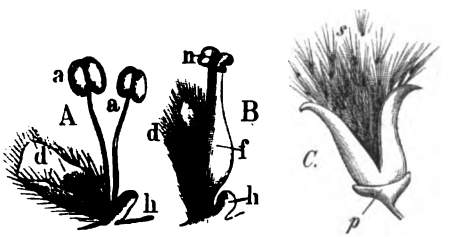


Fig. 227. *A* männliche, *B* weibliche Blüthe der Weide, Salix; *d* Kätzchenschuppe, *h* Honigdrüse, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narben (vergr.). *C* aufspringende Frucht der Pappel; *s* Samen, *p* Perigon.

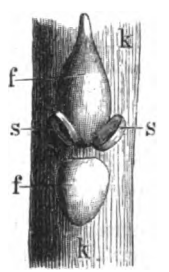


Fig. 228. Stück des Blüthenkolbens von Peperomia mit einer Blüthe; *f* (unten) deren Deckblatt, *ss* die beiden Staubbeutel, *f* (oben) Fruchtknoten; *k* Oberfläche des Kolbens (vergr.).

Ordnung 2. Piperinae.

Fam. Piperaceae. Blüthen meist hermaphrodit, in Ähren oder Kolben mit häufig schildförmigen (Fig 228 *f* unten) Deckblättern, ohne Perigon, Staubblätter 2, 3 oder 6, Fruchtknoten einfächerig mit einer geraden aufrechten zentralen Samenanlage, Frucht eine Beere; der kleine Embryo liegt vom Endosperm umgeben in einer Vertiefung des reichlichen Perisperms (s. oben S. 222 Fig. 189 *B*).

Digitized by Google

Piper nigrum, kletternder Strauch in Ostindien; die unreifen getrockneten Früchte sind der schwarze Pfeffer; der weiße Pfeffer besteht aus den reifen Früchten der nämlichen Pflanze, welche mazerirt und durch Mahlen von der äußersten Schicht befreit sind.

Offizinell: Cubebae, die Früchte von Cubeba officinalis (Java); früher auch Piper nigrum und album (s. oben).

Ordnung 3. Urticinae.

Blüthen meist diklinisch, in verschiedenartigen Blüthenständen. Perigon fast immer vorhanden, calicinisch, aus fünf oder vier (d. h. zweimal zwei) Blättern bestehend; die Staubblätter stehen vor den Perigonblättern. Fruchtknoten oberständig, monomer, einfächerig, meist noch ein rudimentäres zweites Fruchtblatt in Form eines zweiten Griffels vorhanden. Eine Samenanlage in verschiedener Lage. Same meist mit Endosperm. — Die Blätter besitzen meist eine rauhe Behaarung.

Fig. 229. Stück des Stengels von Urtica urens mit einem Laubblatt *f*, in dessen Achsel der Sproß *m* und die beiden Blüthenstände *b* stehen (nat. Gr.).

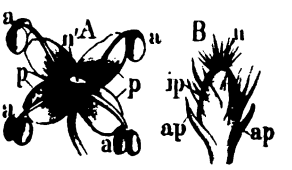


Fig. 230. *A* männliche, *B* weibliche Blüthe der Brennessel, Urtica; *p* Perigon, *a* Staubblätter, *n'* verkümmerter Fruchtknoten der männlichen Blüthe; *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *n* Narbe der weiblichen Blüthe (vergr.).

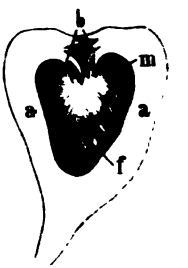


Fig. 231. Längsdurchschnitt der Feige (nat. Gr.), *aa* die fleischige Achse des Blüthenstandes, *f* die weiblichen, *m* die männlichen Blüthen, *b* Hochblätter.

Fam. 1. Urticaceae. Frucht nußartig; die Blüthenstände entspringen meist zu zweien neben einem laubigen Mitteltrieb aus der Achsel eines Laubblattes (Fig. 229).

Unterfam. 1. Urticeae. Samenanlage zentral, aufrecht, gerade. Same mit Endosperm. Meist Kräuter oder Stauden ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren. Blüthen polygam, monöcisch oder diöcisch, in rispenartigen oder knäuelförmigen Blüthenständen.

Urtica urens und dioica, Brennessel, bekannt durch die an der ganzen Pflanze vorhandenen Brennhaare. Die zwei inneren Perigonblätter der weiblichen Blüthen größer als die äußeren (Fig. 230 *B*); bei ersterer sind männliche und weibliche Blüthen in einer Rispe vereinigt, der Mitteltrieb der Blüthenstände wenig entwickelt, letztere ist diöcisch, mit kräftigen belaubten Mitteltrieben. — *Parietaria* erecta, mit polygamen Blüthen, gamophyllem Perigon, ohne Brennhaare, an Wegrändern, Mauern, stellenweise. — *Böhmeria* nivea in China und Japan wird wegen der starken Bastfasern zu Gespinnsten (Ramié) verwendet.

Unterfam. 2. Moreae. Samenanlage wandständig, anatrop oder campylotrop, seltener basilär gerade. Same mit oder ohne Endosperm. Frucht vom fleischig werdenden Perigon umgeben oder in eine fleischige Blüthenstandachse eingesenkt. Bäume und Sträucher mit Milchsaft, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

Digitized by Google

Morus alba und nigra, Maulbeerbaum, aus Asien stammend; die kätzchenförmigen Blüthenstände stehen meist nur einzeln an dem zur Blüthezeit noch knospenförmigen Mitteltrieb; sie enthalten nur Blüthen von einerlei Geschlecht (aber monöcisch); die weiblichen werden bei der Fruchtreife durch die einander berührenden Perigone zu Scheinbeeren. Die Blätter, namentlich der erstgenannten Art, dienen als Futter der Seidenraupe. — *Broussonetia* papyrifera, Papiermaulbeerbaum, ebenso, nur diöcisch; die Rinde wird in China und Japan zur Papierbereitung verwendet. — *Maclura* tinctoria in Centralamerika liefert Gelbholz. — *Ficus* Carica, Feigenbaum, in Südeuropa; die Feige ist die hohle Achse des Blüthenstandes, an deren innerer Oberfläche die Blüthen (Fig. 231 *m*, *f*) und später die Früchte in Form harter Körnchen sitzen: oben ist die Höhlung durch kleine Hochblätter (Fig. 231 *b*) verschlossen. F. elastica, Gummibaum, häufig in Zimmern kultivirt. — F. religiosa (bemerkenswerth durch die massenhaften Luftwurzeln) und andere ostindische Arten liefern Kautschuk, der aus dem eingedickten Milchsaft gewonnen wird. — *Artocarpus* incisa, Brodbaum, auf den Südseeinseln; die kopfgroßen Scheinfrüchte (Fruchtstände) werden geröstet und wie Brod gegessen. — *Galactodendron* utile, Kuhbaum, in Columbien, mit genießbarem, *Antiaris* toxicaria in Java mit giftigem Milchsaft.

Unterfam. 3. Cannabineae. Samenanlage hängend, campylotrop. Blüthen diöcisch, in rispigen Blüthenständen. Die männlichen Blüthen (Fig. 232 *A*) mit fünftheiligem Perigon und fünf kurzen Staubblättern. Die weiblichen Blüthen mit röhrigem ungetheilten Perigon (Fig. 232 *B*, *p*) vom Deckblatt (Fig. 232 *B*, *d*) eingehüllt. Kräuter mit decussirten (wenigstens unteren) Blättern und bleibenden Nebenblättern, ohne Milchsaft.

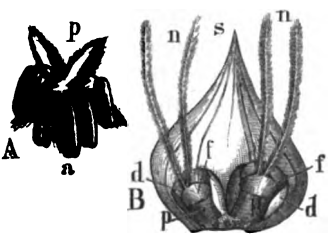


Fig. 232. *A* männliche Blüthe des Hopfens, *p* Perigon, *a* die Staubblätter. *B* weibliche Blüthen derselben Pflanze, *p* deren Perigon, *f* der Fruchtknoten mit je zwei Narben *n*; jede Blüthe wird von ihrem Deckblatt *d* umfaßt; *s* die Schuppe, d. h. das eine der beiden Nebenblätter, aus deren gemeinsamer Achsel der blüthentragende Zweig entspringt (vergr.).

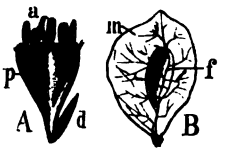


Fig. 233. *A* Blüthe, *B* Frucht von Ulmus montana, *d* Deckblatt, *p* Perigon, *a* Staubblätter; *f* die Frucht, *m* deren Flügelsaum (*A* vergr., *B* nat. Gr.).

Cannabis sativa, Hanf, stammt aus Asien, bei uns kultivirt. Die männlichen Infloreszenzen sind rispenartige Dichasien und Wickel und stehen beiderseits des am Gipfel der Pflanze nur rudimentären Mitteltriebs, die weiblichen Blüthen stehen einzeln zu beiden Seiten des Mitteltriebs, der in seinen weiteren Blattachseln immer wieder Mitteltriebe mit je zwei Blüthen erzeugt. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verwendet; die Früchte enthalten viel Öl. — *Humulus* Lupulus, Hopfen, kultivirt und wild. Der rechtswindende Stengel trägt Blattpaare mit zwei Nebenblattpaaren. In der Hochblattregion stehen die Blätter einzeln und sind zuletzt nur noch auf ihre Nebenblätter reduzirt. Im weiblichen Gesammtblüthenstand, der das Aussehen eines Zapfens besitzt, steht in der Achsel eines jeden Nebenblattpaares ein rudimentärer Mitteltrieb mit jederseits zwei Blüthen; so entsteht der Schein, als würden in der Achsel jeder einzelnen Schuppe (Nebenblattes) zwei Blüthen stehen (Fig. 232 *B*). Alle Hochblätter sind besonders oberseits mit zahlreichen gelben Drüsen besetzt. In den männlichen Gesammtblüthenständen entwickelt sich der auch weiterhin blüthentragende Mitteltrieb stärker als die beiden Blüthenzweige an seiner Basis.

Offizinell: Herba Cannabis indicae, das Kraut der in Indien wachsenden Pflanze; Glandulae Lupuli, die Drüsen der Fruchtstände von Humulus Lupulus.

Fam. 2. Ulmaceae. Blüthen meist zwitterig mit vier- bis sechsspaltigem Perigon (Fig. 233 A). Eine hängende Samenanlage; Flügel- oder

Digitized by Google

Steinfrucht. Holzpflanzen ohne Milchsaft mit abfallenden Nebenblättern. Die Blüthen oder kleine cymöse Blüthenstände stehen hier direkt in den Blattachseln, nicht seitlich an einem Mitteltrieb.

Bei *Ulmus*, Ulme, Rüster, stehen die zwitterigen Blüthen in Knäueln, von Knospenschuppen umgeben, in den Blattachseln vorjähriger Blätter; in der Achsel der inneren dieser Knospenschuppen stehen eine oder mehrere Blüthen; diese entfalten sich schon vor dem Laubausbruche. Die Frucht ist eine von einem breiten Flügelsaum umgebene Schließfrucht (Fig. 238 *B*). Die Blätter stehen zweizeilig, sind stets unsymmetrisch, die Jahrestriebe ohne Gipfelknospe, daher ihre Aneinanderreihung sympodial. In Deutschland sind drei Arten von Ulmus einheimisch; U. glabra, Feldulme (besonders im Süden), mit dünnen Zweigen, gestielten, gekerbt gesägten Blättern und excentrischem, vorne schmälerem Saum der Frucht; U. montana, Bergulme (im mittleren und nördlichen Deutschland die häufigste), mit dicken Zweigen, sehr kurz gestielten, unten rauhhaarigen, doppeltgesägten Blättern und konzentrischem Saum der Frucht; U. effusa, Flatterulme, mit dünnen Zweigen, spitzen Winterknospen, gestielten, unterseits weichhaarigen, doppeltgesägten Blättern, langgestielten Blüthen, ringsum gewimpertem Saum der Frucht. — *Celtis* australis aus Südeuropa und C. occidentalis aus Nordamerika, Zürgelbaum, zuweilen als Zierbaum kultivirt, mit polygamen, einzeln oder zu mehreren in den Achseln der unsymmetrischen zugespitzten Laubblätter stehenden Blüthen und Steinfrucht.

Fam. 3. Ceratophylleae. **Wasserpflanzen von sehr zweifelhafter systematischer Stellung. Die doppelt gabelspaltigen Blätter stehen in Quirlen; in einzelnen Blattachseln finden sich die diklinischen monöcischen Blüthen, die männlichen mit 6—12 Perigonblättern und eben so viel Staubblättern, die weiblichen mit ähnlichem Perigon und einem einfächerigen Fruchtknoten mit einer hängenden geraden Samenanlage.**

Ceratophyllum demersum und submersum leben unter der Oberfläche des Wassers.

II. Unterklasse. Monochlamydeae (Hysterophyta).

Die Blüthen sind mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blüthenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. — Die hierher zusammengefaßten Familien sind alle von zweifelhafter Verwandtschaft und es ist daher diese Unterklasse nur provisorisch, und wegen des einfachen Baues der Blüthen hier eingereiht worden.

Ordnung 4. Serpentariae.

Fam. Aristolochieae. **Blüthen zwitterig; Perigon corollinisch, aus drei Blättern verwachsen, Staubblätter sechs oder zwölf; Fruchtknoten unterständig sechsfächerig; die Samenanlagen in Längsreihen in den inneren Ecken der Fächer. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms. Kletternde oder kriechende Pflanzen mit großen Laubblättern.**

Digitized by Google

Bei *Asarum* sind die drei Zipfel des Perigons einander gleich, die 12 Staubblätter mit verlängertem Connektiv sind frei (Fig. 234). Die Jahrestriebe des kriechenden Stammes tragen 4 Schuppenblätter und zwei gestielte, nierenförmige Laubblätter und schließen mit einer Blüthe ab; die Seitenzweige entspringen aus der Achsel des oberen Laubblattes und der Niederblätter.

Fig. 234. Asarum europaeum. Längsschnitt der Blüthe (vergr.). *p* Perigon (nach *Sachs*).

Bei *Aristolochia* (s. Fig. 185 S. 220) ist das Perigon häufig in eine einseitige Zunge ausgebreitet, die 6 sitzenden Antheren sind mit dem Griffel zu einer Säule verwachsen; die Blüthen stehen bei A. Clematitis (hier und da in Weinbergen, an Wegrändern) zu mehreren in den Blattachseln, bei A. Sipho (häufig kultivirte Schlingpflanze) zu zweien nebst einem Laubtrieb übereinander in einer Blattachsel des vorjährigen Triebes.

Ordnung 5. Rhizantheae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit meist deformirtem Vegetationskörper und einzeln stehenden, sehr großen Blüthen oder kleinen Blüthen in dichter Infloreszenz. Samenanlagen sehr zahlreich, Embryo sehr klein, wenig entwickelt. Same mit oder ohne Endosperm.

Cytinus Hypocistis schmarotzt auf den Wurzeln von Cistus in Südeuropa, andere Arten kommen in Amerika und Südafrika vor. — *Hydnora* u. a. finden sich in Südamerika und Südafrika, wo sie auf den Wurzeln der Euphorbien schmarotzen. — *Rafflesia*, die sich durch die kolossalen Dimensionen ihrer Blüthe auszeichnet, u. a. auf Wurzeln von Ampelideen in Ostindien.

Ordnung 6. Balanophoreae.

Chlorophyllfrei Schmarotzer ohne Laubblätter mit deformirtem Vegetationskörper. Blüthen diöcisch oder monöcisch in reichblüthigen Infloreszenzen. Weibliche Blüthen meist nur aus einem einfächerigen einsamigen Fruchtknoten bestehend. Samenanlage ohne Integument, meist mit dem Fruchtknoten völlig verwachsen. Embryo sehr klein.

Balanophora, *Lophophytum* u. a. kommen in Brasilien vor; andere bewohnen das tropische Afrika, *Cynomorium* coccineum findet sich auch in der Mittelmeerregion.

Ordnung 7. Santalinae.

Chlorophyllhaltige Schmarotzer mit einfachen Laubblättern. Staubblätter in gleicher Anzahl den Perigonblättern superponirt. Fruchtknoten unterständig. Samenanlage ohne Integument.

Fam. 1. Santalaceae. Blüthen meist zwitterig. Samenanlage hängend an einer zentralen Placenta. Perigon drei- bis fünfgliedrig. Frucht eine Nuß oder Steinfrucht.

Thesium pratense und andere bei uns einheimische Arten sind Kräuter, die auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen. Blätter schmal, linealisch. Die Deckblätter der traubig gestellten Blüthen sind meist am Blüthenstiel bis unter die Blüthe hinaufgerückt und bilden bei den meisten Arten mit den Vorblättern zusammen eine dreiblätterige Hülle. Die Staubblätter sind fadenförmig, dem Grunde der Perigon-

Digitized by Google

zipfel eingefügt. Das Perigon bleibt eingerollt auf der Spitze der Schließfrucht erhalten (Fig. 235 *B*). — *Santalum* album in Ostindien liefert Santelholz.

Fam. 2. Loranthaceae. Blüthen diklinisch oder zwitterig. Samenanlage aufrecht, mit der Fruchtknotenwandung verwachsen. Perigon meist vier- oder sechsgliedrig. Frucht eine Beere.

Viscum album, Mistel, schmarotzt auf verschiedenen Bäumen, auf denen sie sich als dichter immergrüner Strauch bemerkbar macht. Der Stamm trägt ein Paar gegenständige Blätter (Fig. 236 *b b*), aus deren Achseln Zweige mit einem Niederblattpaar und wieder einem Laubblattpaar kommen; die Zweige erlöschen an der Spitze oder schließen mit einem dreiblüthigen Blüthenstand ab; aus den Achseln der Niederblätter können noch weitere Zweige oder Blüthenstände entspringen. Die Pflanze ist

Fig. 235. *A* Blüthe, *B* Frucht von Thesium montanum, *f* Fruchtknoten, *p* Perigon, *s* Staubblätter, *n* Narbe (vergr.).

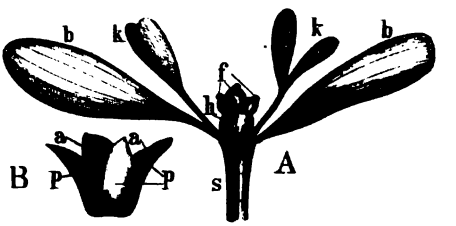


Fig. 236. *A* Zweigende einer weiblichen Pflanze der Mistel, Viscum album; *s* Stengel, *b b* Blätter, *k k* deren Achselknospen, *f* drei abgeblühte weibliche Blüthen, *h* Hochblätter; *B* männliche Blüthe (vergr.), *p* Perigon, *a* die dessen Zipfeln aufgewachsenen Antheren.

diöcisch. Die Frucht wird eine einsamige Beere mit klebrigem viscinhaltigem Perikarp, durch welches die Samen von den Vögeln an die Zweige geklebt und so die Pflanze weiter verbreitet wird. In den männlichen Blüthen sind die vielfächerigen Staubbeutel den Perigonzipfeln aufgewachsen. — *Loranthus* europaeus in Osteuropa auf Eichen u. a.

III. Unterklasse. Eleutheropetalae.

Das Perigon ist selten einfach, meistens in Kelch und Krone gegliedert, wenn auch die Krone in vielen Fällen wiederum fehlschlägt; die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.

A. Centrospermae.

Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert, Fruchtknoten oberständig mit einer zentralen Samenanlage oder zentraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandener) Placenta. Same mit Endosperm.

Ordnung 8. Centrospermae.

Fam. 1. Polygoneae. Blüthen mit einfachem, vier-, fünf- oder meist sechsblätterigem Perigon von calicinischer oder corollinischer Beschaffenheit und typisch ebenso vielen superponirten Staubblättern, die

Digitized by Google

aber häufig theilweise verdoppelt sind, oder fehlschlagen. Fruchtknoten meist trimer einfächerig, mit einer grundständigen geraden Samenanlage. Blätter mit stark entwickelter Scheide (Fig. 237 *A*, *v*) und röhrenförmig verwachsenen Nebenblättern, der Ochrea (Fig. 237 *A*, *o*), welche den Stengel noch oberhalb der Blattscheide eine Strecke weit umgiebt.

Rheum mit sechs (drei äußeren, drei inneren) calicinischen Perigonblättern und zwei Staubblattkreisen, deren äußerer durch Verdoppelung sechszählig, der innere dreizählig ist; Rh. undulatum u. a. Arten kultivirt. — *Rumex*, Ampfer, mit ganz ähnlichem Blüthenbau, nur die inneren Staubblätter fehlen, die Früchte werden vom heranwachsenden inneren Perigon völlig eingeschlossen (Fig. 237 *C*); enthält viel Oxalsäure. — *Polygonum* mit fünf meist corollinischen Perigonblättern und verschiedener Anzahl von Staubblättern (acht, fünf); P. Fagopyrum, Buchweizen, wird wegen der mehlreichen Früchte in vielen Gegenden gebaut.

Offizinell; Radix Rhei, der Wurzelstock von Rheum officinale in Tibet, und Rh. palmatum var. tanguticum im südwestlichen China.

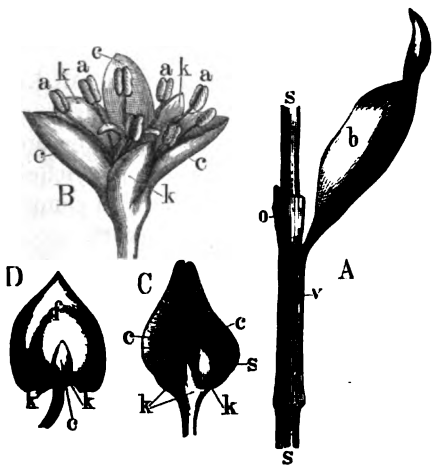


Fig. 237. *A* Stück des Stengels (*s*) von Polygonum mit einem Blatt *b*, dessen Scheide *v* und der Ochrea *o* (nat. Gr.). *B* Blüthe von Rheum, *k* äußerer, *c* innerer Perigonquirl, *a* die Staubblätter. *C* Frucht von Rumex vom heranwachsenden inneren Perigon *c* ganz eingehüllt, *s* Schwiele des einen Perigonblattes. *k* äußere Perigonblätter, *D* Frucht von Rheum *f*, *k* äußeres, *c* inneres Perigon (vergr.).

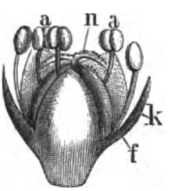


Fig. 238. Blüthe von Chenopodium (vergr.). *k* Perigon, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe.

Fam. 2. Chenopodiaceae. Blüthen mit einfachem, meist fünfzähligem calicinischem Perigon, fünf superponirten Staubblättern und meist dimerem einfächerigem Fruchtknoten mit einer grundständigen campylotropen Samenanlage. Blüthen klein, meist zu dichten Blüthenständen vereinigt. Die Vorblätter häufig unterdrückt. Keine Nebenblätter.

Chenopodium album, *Blitum* Bonus Henricus u. a., häufige Unkräuter, besonders auf Gartenland, wüsten Plätzen. — *Spinacia* oleracea, Spinat, als Gemüsepflanze kultivirt. — *Beta* vulgaris, kultivirt als var. Cicla, Mangold, altissima, Runkelrübe, zur Zuckerfabrikation, und rubra, rothe Rübe. — *Salsola* und verwandte Pflanzen von fleischigem Habitus bilden einen Hauptbestandtheil der Seestrandvegetation.

Fam. 3. Amarantaceae. Blüthen von demselben Bau wie in der vorigen Familie, meist mit Vorblättern, die oft corollinisch ausgebildet sind, zuweilen mit zahlreichen Samenanlagen. Keine Nebenblätter. Meist dichte Blüthenstände.

Digitized by Google

Amarantus, *Celosia*, letztere meist mit monströs verbreiterter Infloreszenzachse, Hahnenkamm und andere als Zierpflanzen kultivirt.

Fam. 4. Phytolaccaceae. Blüthen mit einfachem, meist fünfzähligem, oft corollinischem Perigon, oft zwei Staubblattkreisen, deren Glieder oft verdoppelt; Karpelle in sehr wechselnder Zahl, einen mehrfächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage bildend. Nebenblätter bisweilen vorhanden.

Fig. 239. Diagramm der Blüthe von Phytolacca decandra.

Phytolacca decandra aus Nordamerika wird zum Färben des Weins und anderweitig verwendet.

Fam. 5. Nyctagineae. Blüthen mit einfachem fünfzähligem corollinischem Perigon; Staubblätter in größerer oder geringerer Anzahl, Fruchtknoten monomer einfächerig mit einer campylotropen Samenanlage; die Terminalblüthen werden von einer kelchartigen, aus Hochblättern gebildeten Hülle umgeben, die seitlichen nicht.

Mirabilis Jalapa aus Amerika, Zierpflanze; die Wurzel wurde häufig mit der echten Jalapawurzel (s. unten Convolvulaceen) verwechselt.

Fam. 6. Caryophyllaceae. Blüthen meist fünfgliederig, mit Kelch und Krone, letztere jedoch in einzelnen Fällen wiederum unterdrückt, zwei Staubblattkreisen, von denen häufig der innere fehlt; Fruchtknoten aus 2, 3 oder 5 Karpellen gebildet, einfächerig oder nur am Grunde mit Scheidewänden, mit zentraler Placenta oder nur einer grundständigen campylotropen Samenanlage, Frucht meist eine Kapsel. Blätter decussirt.

Unterfam. 1. Paronychieae. Die Krone und der innere Staubblattkreis häufig ganz oder theilweise unterdrückt; Frucht meist eine einsamige Schließfrucht; Blätter mit häutigen Nebenblättern.

Scleranthus annuus und perennis, *Herniaria*, *Paronychia* u. a. kleine unscheinbare Kräuter auf sandigem Boden, Äckern u. dgl.

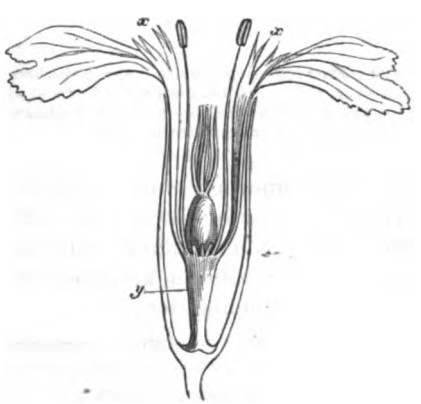


Fig. 240. Längsschnitt der Blüthe von Lychnis Flos Jovis; *y* das verlängerte Achsenglied zwischen Kelch und Krone; *x* Nebenkrone (nach *Sachs*).

Unterfam. 2. Alsineae. Krone und innerer Staubblattkreis fast immer vorhanden. Kelch eleutherosepal, Frucht eine Kapsel; Blätter meist ohne Nebenblätter.

Sagina, *Arenaria*, *Alsine*, *Cerastium*, *Stellaria*, *Spergula* u. a. kleine Kräuter mit weißen Kronenblättern, auf Wiesen, Wegrändern u. dergl. verbreitet; sie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anzahl der Karpelle und das Aufspringen der Frucht.

Unterfam. 3. Sileneae. Krone und innerer Staubblattkreis immer vorhanden. Kelch synsepal; Frucht eine Kapsel (nur bei Cucubalus eine Beere). Blätter ohne Nebenblätter. Häufig ist zwischen Kelch und Krone die Blüthenachse gestreckt (Fig. 240 *y*); die Kronenblätter häufig (z. B. Lychnis, Saponaria) mit Nebenkrone (Fig. 240 *x*).

Digitized by Google

Dianthus, Nelke, mit 2 Karpellen; der Kelch ist von Hochblättern umgeben; D. Carthusianorum, deltoides, superbus u. a. kommen wild vor; D. Caryophyllus, chinensis u. a. als Zierpflanzen kultivirt. — *Saponaria* mit 2 Karpellen, ohne Hochblätter, S. officinalis, Seifenwurzel, an Flußufern. — *Silene* mit 3 Karpellen, S. inflata, nutans u. a. häufige Wiesenpflanzen. — *Melandryum* (mit 5 Karpellen) rubrum und album, diöcisch. — *Agrostemma* Githago in Getreidefeldern.

Fam. 7. Portulacaceae. Kelch meist aus 2, Krone aus 5 Blättern gebildet; meist 5 epipetale Staubblätter; Fruchtknoten meist trimer einfächerig, Frucht kapselartig. Kräuter mit zerstreuten Blättern, sehr hinfälliger Krone.

Portulaca oleracea aus Südeuropa, verwildert, andere Arten als Zierpflanzen kultivirt. — *Montia* mit sympetaler, einseitig geschlitzter Krone, in Gewässern oder an feuchten Orten.

Fam. 8. Aizoaceae. Blüthen mit einfachem Perigon, meist vielen Staubblättern, deren äußere oft zu kronenblattähnlichen Staminodien werden, mehrfächerigem Fruchtknoten.

Mesembryanthemum mit fleischigen Blättern, aus Südafrika, in vielen Arten kultivirt.

B. Aphanocyclicae.

Blüthen acyklisch, hemicyklisch oder cyklisch, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltener in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon. Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apokarp mit zumeist wandständigen Placenten.

Ordnung 9. Polycarpicae.

Blüthen vorherrschend acyklisch oder hemicyklisch, fast immer hypogyn. Perigon einfach oder in Kelch und Krone geschieden; Gynäceum apokarp, oft auf einen einzigen monomeren Fruchtknoten reduzirt, sehr selten synkarp polymer. Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. Ranunculaceae. Perigon einfach, corollinisch oder in Kelch und Krone gesondert, häufig spiralig gebaut. Staubblätter zahlreich, mehrere Spiralumgänge einnehmend oder in zahlreichen alternirenden Quirlen. Fruchtknoten zahlreich, spiralig angeordnet in einem oder mehreren Umgängen, sehr selten nur einer. Die Samenanlagen stehen an beiden Rändern des einzelnen Fruchtblattes, d. h. in zwei Zeilen längs der Bauchnaht; bei vielen Gattungen aber ist die Anzahl der Samenanlagen in jedem Karpell auf ein einziges reduzirt, welches dann am oberen oder unteren Ende der Fruchtknotenhöhlung entspringt. Same mit Endosperm. — Fast sämmtlich krautartige, einjahrige oder unterirdisch perennirende Pflanzen ohne Nebenblätter, aber mit entwickelten Blattscheiden.

I. Fruchtknoten meist weniger als Perigonblätter, mit zahlreichen Samenanlagen längs der Bauchnaht.

a) mit aktinomorphen Blüthen:

Helleborus, mit durchgehends spiralig gebauter Blüthe, Kelch nach $^2/_5$, die in kleine hohle Nektarien umgebildeten Kronenblätter meist nach $^3/_8$ oder $^5/_{13}$, Staub-

Digitized by Google

blätter nach $^5/_{13}$ oder $^8/_{21}$; meist 3—5 Fruchtblätter (Fig. 241 *D*). H. niger, Weihnachtsblume, H. viridis, foetidus, stellenweise nicht selten. — *Nigella*, mit 5 corollinischen Kelchblättern und meist 8 (wenn 5, superponirten) zu kleinen Nektarien reduzirten Kronenblättern. — *Trollius*, mit zahlreichen (10—15) corollinischen Kelchblättern und 10—20 kleinen Kronenblättern, die nebst den Staubblättern spiralig geordnet sind; T. europaeus, in Gebirgsgegenden. — *Caltha*, mit fünf gelben corollinischen Kelchblättern, ohne Krone; C. palustris, Sumpfdotterblume, häufig an feuchten Plätzen. — *Actaea*, mit corollinischem Kelch und alternirender (zuweilen theilweise fehlender) Krone, A. spicata, mit nur einem Fruchtblatt, das zu einer Beerenfrucht wird. — *Aquilegia*, mit cyklisch gebauter Blüthe. Die fünf Kronenblätter tragen lange hohle

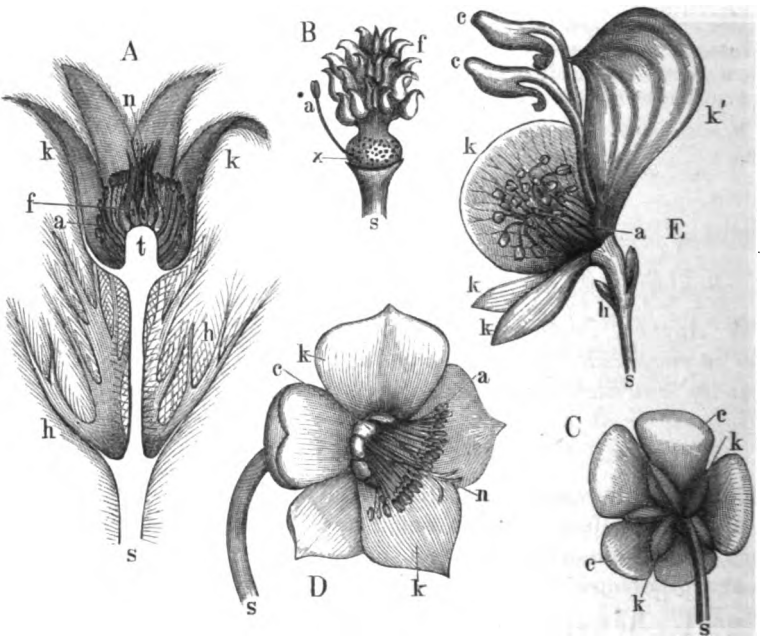


Fig. 241. Blüthen von Ranunculaceen; *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter; *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (alle in natürl. Größe oder wenig vergrößert): *A* von Anemone Pulsatilla, im Längsschnitt, *h* Hülle, *t* Blüthenboden; *B* Gynäceum von Ranunculus, *x* der Blüthenboden mit den Einfügungsstellen der entfernten Staubblätter; *C* Blüthe von Ranunculus von unten gesehen; *D* Blüthe von Helleborus viridis; *E* von Aconitum Napellus; *h* Vorblätter, *k'* das helmartige hintere Kelchblatt; das zugewendete seitliche Kelchblatt ist weggenommen.

Sporne; A. vulgaris, atrata, Aklei u. a., wild und als Zierpflanzen kultivirt. — *Paeonia*, Pfingstrose; der Kelch ist calicinisch, meist mit Übergangsformen zu den Laubblättern, fünfblätterig, die Kronenblätter (5 oder mehr) größer, corollinisch. Staubblätter spiralig. P. officinalis, corallina u. a. Zierpflanzen; P. Moutan mit holzigem Stamm und schlauchförmigem Discus.

b) mit zygomorphen Blüthen:

Aconitum, Eisenhut; von den fünf corollinischen Kelchblättern ist das hinten stehende helmartig übergebogen; von den 8 Kronenblättern nur die zwei hinteren zu gestielten Nektarien (Fig. 241 *E*, *c*) umgebildet, die übrigen zu unscheinbaren Fädchen; Staubblätter spiralig. A. Napellus, Lycoctonum, variegatum u. a., wild und kultivirt. — *Delphinium*, Rittersporn; das hintere Kelchblatt in einen Sporn verlängert; zwei

Digitized by Google

hintere Kronenblätter (zuweilen unter sich verwachsen) mit ihren Spornen in den Kelchsporn hinabreichend; öfters noch zwei seitliche Kronenblätter vorhanden. Bei D. Consolida (unter der Saat) und D. Ajacis (Zierpflanze) nur ein Karpell.

II. Fruchtknoten meist zahlreich, mit je einer hängenden oder aufrechten Samenanlage.

a) Mit einfachem Perigon.

Thalictrum, mit einfachem, 4—5zähligem, unscheinbarem und hinfälligem Perigon und flachem Blüthenboden; Th. minus, flavum, aquilegifolium u. a. mit reichbeblättertem Stengel. — *Anemone*, mit einfachem corollinischem, meist 5—6zähligem Perigon und kegelförmigem Blüthenboden (Fig. 241 *A*, *t*). Bei den meisten Arten verlängert sich das unterirdische Rhizom in einen aufrechten Blüthenstengel, der unter der Terminalblüthe noch drei quirlig zusammengestellte Blätter, die Hülle trägt. Diese sind bei A. nemorosa, ranunculoides u. a. den direct vom Rhizom entspringenden Laubblättern gleichgestaltet und tragen öfters in ihren Achseln Blüthen; bei A. Pulsatilla u. a. sind sie von den Laubblättern verschieden, fingerig eingeschnitten (Fig. 241 *A*, *h*); bei A. Hepatica, deren Blüthenstengel außerdem aus den Achseln der Niederblätter entspringen, sind die drei Hüllblätter einfach und dicht unter das Perigon gerückt, so daß sie einen scheinbaren Kelch vorstellen. — *Clematis*, mit decussirten Blättern die meist mit ihrer Mittelrippe und den Stielchen ranken; Perigon corollinisch; C. Vitalba, Waldrebe, häufig an Hecken; C. Viticella, patens u. a. als Zierpflanzen kultivirt; bei C. alpina sind die äußersten Staubblätter krronblattartige Staminodien.

b) mit Kelch und Krone.

Ranunculus, mit fünf Kelchblättern und fünf damit alternirenden Kronenblättern, die an ihrer Basis ein Nektarium tragen; Staubblätter und Fruchtknoten spiralig angeordnet. R. aquatilis, fluitans u. a. mit zerschlitzten Blättern und weißer Krone, in Gewässern; R. acer, bulbosus, repens u. a. häufig auf Wiesen, meist mehr oder minder giftig. R. Ficaria hat 3 Kelch- und meist 8 Kronenblätter. — *Myosurus* minimus mit gespornten Kelchblättern, häufigen Übergangsformen zwischen Kronenblättern und Staubblättern, und langgestrecktem Blüthenboden. — *Adonis*, mit durchgehends acyklischer Blüthe: fünf Kelchblättern, acht (oder mehr) Kronenblättern (ohne Nektarium) und vielen nach $^5/_{13}$ gestellten Staubblättern und Karpellen. A. vernalis auf Haiden, selten; A. aestivalis unter dem Getreide u. a.

Offizinell: Tubera Aconiti, die knolligen Wurzelstöcke von Aconitum Napellus.

Fam. 2. Magnoliaceae. Perigon cyklisch, meist aus drei alternirenden dreigliederigen Quirlen (einem Kelch-, zwei Kronenquirlen) bestehend, Staubblätter und Fruchtknoten spiralig. Same mit Endosperm. Holzgewächse.

1. Magnolieae. Fruchtknoten sehr viele auf walzenförmig verlängertem Blüthenboden; die Blüthen von einem spathaähnlichen Hochblatt umgeben. Die Blattscheiden spalten sich in zwei Nebenblätter.

Magnolia in mehreren Arten, M. Yulan, grandiflora, tripetala u. a. als Zierbäume kultivirt, häufiger Liriodendron Tulipifera, Tulpenbaum, aus Nordamerika.

2. Illicieae. Die Fruchtknoten stehen an verkürzter Achse quirlig (s. Fig. 190). Illicium.

Fam. 3. Calicanthaceae. Blüthen acyklisch, perigyn.

Calicanthus floridus, Zierstrauch, mit zimmtbraunen, wohlriechenden Blüthen.

Fam. 4. Nymphaeaceae. Blüthen meist acyklisch gebaut, ohne scharfe Abgrenzung zwischen Krone und Staubblättern. Fruchtknoten poly-

Digitized by Google

karpisch oder monokarpisch. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Wasserpflanzen mit meist schwimmenden großen Blättern.

Unterfam. 1. Nymphaeinae. Fruchtblätter zu einem polymeren vielfächerigen, ober- oder unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Samenanlagen zahlreich, wandständig. Das Rhizom wächst am Grunde der Gewässer und treibt langgestielte herzförmige Blätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Die Blüthe wird ebenfalls auf langem Stiel über das Wasser emporgehoben.

Nuphar luteum, gelbe Seerose; Kelch aus fünf grünlichgelben Blättern bestehend, Kronenblätter kleiner, gelb, meist 13, daran schließen sich die zahlreichen spiralig gestellten Staubblätter. Fruchtknoten oberständig. — *Nymphaea* alba, weiße Seerose, mit vier grünen Kelchblättern, zahlreichen weißen, nebst den sehr zahlreichen Staubblättern spiralig geordneten Kronenblättern und halbunterständigem Fruchtknoten. — *Victoria* regia in Brasilien, deren schildförmige Blätter über einen Meter im Durchmesser haben.

Unterfam. 2. Nelumbieae. Fruchtknoten mehrere monomer in den fleischigen Blüthenbodeu eingesenkt.

Nelumbium speciosum, Lotosblume, in Ägypten und Asien.

Unterfam. 3. Cabombeae. Blüthen cyklisch. Fruchtknoten mehrere monomer, in welchen die Samenanlagen die Mittellinie des Karpells einnehmen. Die schwimmenden Blätter schildförmig, die untergetauchten vielspaltig. Amerika und Ostindien.

Fig. 242. Diagramm vieler Menispermaceenblüthen.

Fam. 5. Menispermaceae. Blüthen diöcisch, cyklisch gebaut mit Kelch und Krone, meistens trimer mit mindestens je zwei Quirlen auf Kelch, Krone und Androceum. Fruchtknoten meist 3—6 einzelne monomere mit je einer Samenanlage (bei der Unterfamilie der Lardizabaleen mehrsamig). Schlingpflanzen in den Tropen mit krautigem Stengel, handförmigen Blättern.

Offizinell: Radix Colombo von Jateorrhiza Columbo (Ostafrika).

Fam. 6. Berberideae. Blüthen zwitterig, cyklisch, mit Kelch und Krone, di- oder trimer, Kelch mit mindestens zwei Quirlen, Krone und Androceum mit je zwei Quirlen, mindestens zweien auf dem Kelch. Ein monomerer Fruchtknoten. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm.

Berberis vulgaris, Sauerdorn, Blüthenformel $K\,3 + 3\;C\,3 + 3\;A\,3 + 3\;G\,\underline{1}$; die Blüthen in hängenden Trauben ohne Endblüthen (die bisweilen vorkommenden Endblüthen $K\,5 \mid C\,5 \mid A\,5$). Frucht eine längliche Beere. Die Blätter der Langtriebe sind in Dornen verwandelt; in deren Achseln stehen Kurztriebe mit Laubblättern und Blüthenständen. — *Epimedium*, dimer mit 4—5 Kelchblättern, gespornten Kronenblättern.

Offizinell: Podophyllin aus dem Rhizom von Podophyllum peltatum in Nordamerika.

Fam. 7. Myristiceae. Blüthen diöcisch, cyklisch, mit einfachem Perigon, dieses symphyll dreitheilig, die 3—18 Staubblätter zu einem Bündel verwachsen; Fruchtknoten monomer mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Frucht fleischig, zweilappig aufspringend.

Myristica moschata, Muskatnuß, auf den Molukken einheimisch. Der Same wird umgeben von einem fleischigen, nach oben zerschlitzten Arillus (»Muskatblüthe«) (Fig. 243 *a*). Same groß mit reichlichem Endosperm, in dessen faltenartige Einbuch-

Digitized by Google

tungen die innerste Schicht der braunen Samenschale hineinwächst, daher erscheint das Endosperm marmorirt. Der kleine Embryo liegt am Grunde des Samens.

Offizinell: Semen Myristicae, der von der äußeren harten Schale befreite Same von Myristica moschata.

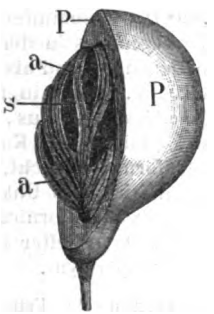


Fig. 243. Frucht des Muskatnußbaums, Myristica moschata; *P* das Perikarp, zur Hälfte entfernt; *s* der Same, *a* der Arillus (nat. Gr.).

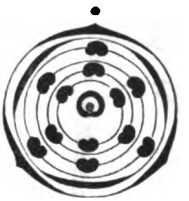


Fig. 244. Staubblatt von Laurus (*A*) mit geöffneter Anthere *aa*; *dd* deren Deckel; *bb* drüsige Anhängsel. — Diagramm von Cinnamomum.

Fam. 8. Laurineae. Blüthen zwitterig oder polygam, cyklisch, mit einfachem, calicinischem Perigon, meist trimer (bei Laurus dimer), wobei zwei Quirle auf das Perigon, meist 4 auf das Andröceum treffen. Fruchtknoten trimer (in der Fig. 244 irrthümlich monomer gezeichnet), einfächerig, mit einer hängenden anatropen Samenanlage. Die Antheren öffnen sich mit zwei oder vier aufwärts zurückgeschlagenen Deckeln; die Staubblätter mit drüsigen Anhängseln, oft theilweise extrors, theilweise intrors. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Same ohne Endosperm.

Die meisten sind immergrüne Holzpflanzen mit lederigen Blättern, einige wenige (*Cassytha*) Schmarotzer vom Wuchs der Flachsseide.

Offizinell: Fructus Lauri, Steinfrüchte von Laurus nobilis, Lorbeer (Südeuropa); Lignum Sassafras, das Holz der Wurzel von Sassafras officinale (Nordamerika); Camphora, der Kampher, ein flüchtiges Stearopten aus dem Holz und den Blättern von Camphora officinarum in China und Japan; Cortex Cinnamomi von Cinnamomum zeylanicum und anderen Arten (Ostindien), Zimmtrinde.

Ordnung 10. Rhoeadinae.

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, meist dimer; Fruchtknoten aus zwei oder mehr Karpellen bestehend, einfächerig oder mehrkammerig, oft mit falscher Scheidewand, aber fast nie wirklich mehrfächerig. Same meist ohne Endosperm. Meist $K2\ C2 + 2\,A2 + 2$ oder $\infty\ G\underline{(2)}$ oder $(\underline{\infty})$.

Fam. 1. Papaveraceae. Blüthen aktinomorph $K2\ C2 + 2\,A\ \infty\ G\underline{(2)}$ oder $(\underline{\infty})$, seltener dreigliederige Kreise; Kelch calicinisch, Krone corollinisch. Auch die vielgliederigen Staubblattkreise alterniren miteinander. Fruchtknoten aus zwei lateralen Karpellen oder mehreren (Fig. 245 *a*) bestehend, zwei-, beziehungsweise mehrkammerig. Samenanlagen zahlreich an den nur wenig eingeschlagenen Karpellrändern. Endosperm reichlich,

Digitized by Google

Embryo klein. — Die Kelchblätter fallen meist vor Entfaltung der Blüthe ab (Fig. 245 *k*). Pflanzen mit reichlichem Milchsaft.

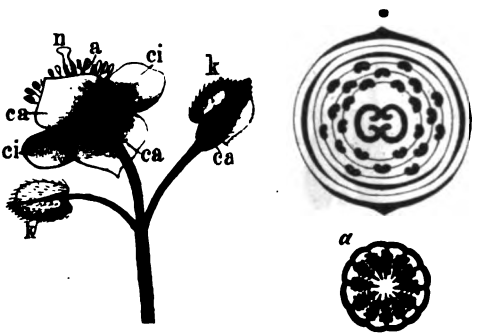


Fig. 245. Blüthen von Chelidonium maius (nat. Gr.). *k* Kelch *ca* äußere, *ci* innere Kronenblätter, *a* Staubblätter, *n* Narbe. Diagramm der Blüthe von Chelidonium; *a* des Gynäceums von Papaver.

Papaver, Mohn mit mehrkammerigem Fruchtknoten; Frucht eine Porenkapsel (s. Fig. 192 *D*); P. somniferum kultivirt wegen des in den Samen enthaltenen Öls und als Arzneipflanze; P. Rhoeas in Feldern. — ***Chelidonium*** maius, Schöllkraut, mit zwei Karpellen, schotenförmiger Frucht, gelbem Milchsaft, häufiges Unkraut. — ***Eschscholtzia*** californica, Zierpflanze mit vertiefter Blüthenachse (fast perigyn,.

Offizinell: Fructus und Semen Papaveris von Papaver somniferum (aus dem Orient stammend); Opium, der eingedickte Milchsaft aus der jungen Kapsel derselben Pflanze.

Fam. 2. Fumariaceae. Blüthen meist zygomorph, mit lateraler Symmetrie. → $K2\ C2 + 2\,A2 + 2\,G(\underline{2})$. Die drei Perigonkreise alterniren miteinander, das eine äußere Kronenblatt (selten beide) mit Sporn versehen; die zwei inneren Staubblätter stehen nicht an ihrem Platze, sondern jedes ist halbirt und die Hälften neben die äußeren Staubblätter hinüber verschoben; es stehen somit an jeder Seite drei Staubblätter, ein mittleres mit ganzem Staubbeutel (das des äußeren Kreises, Fig. 246 *B*, *a*, und

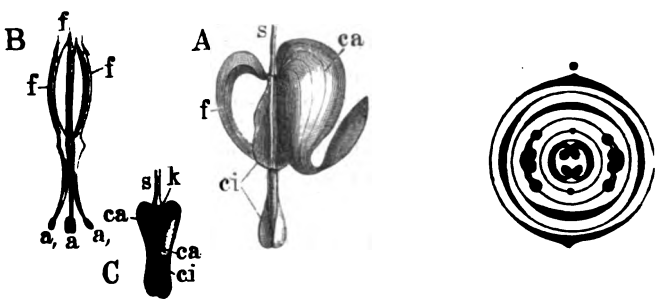


Fig. 246. *A* Blüthe von Diclytra spectabilis, das eine äußere Kronenblatt ist entfernt; *s* Blüthenstiel, *ca* äußeres, *ci* inneres Kronenblatt, *f* Staubblätter; *B* die drei Staubblätter der einen Seite von ihrer Fläche gesehen, *f* die Filamente, *a* die mittlere ganze, *a*, *a*, die seitlichen halben Antheren. *C* Blüthenknospe, an der die rasch abfallenden Kelchblätter *k* noch erhalten sind (nat. Gr.). — Diagramm der Fumariaceenblüthe.

zwei seitliche mit nur halber Anthere (die Hälften der beiden inneren, Fig. 246 *B*, a_1, a_1). Die Frucht schotenförmig vielsamig oder eine einsamige Schließfrucht. Pflanzen ohne Milchsaft. Same endospermreich.

Diclytra spectabilis, beliebte Zierpflanze; beide äußere Kronenblätter gespornt; die beiden inneren schließen mit löffelförmiger Spitze über den Antheren zusammen.

Digitized by Google

— *Corydalis* cava, solida u. a. in Wäldern; nur das eine äußere Kronenblatt gespornt; Frucht zweiklappig aufspringend, mit mehreren wandständigen Samen; die genannten Arten mit knolliger Stengelbasis, andere, wie C. lutea, aurea, mit Rhizomen. — *Fumaria* officinalis und andere Arten auf Äckern; im Fruchtknoten sind nur wenige Samenanlagen, wovon nur eine zum Samen wird, Frucht eine kugelige Schließfrucht.

Fam. 3. Cruciferae. Blüthen meist aktinomorph, $K2 + 2C \times 4A2 + 2^2G(\underline{2})$. Die vier Kronenblätter stehen in einem Quirl, der mit den vier Kelchblättern alternirt, als wären diese ein Kreis. Es sind im Ganzen drei Perigonkreise, wie bei den beiden vorigen Familien; während aber dort nur der äußerste Kreis calicinisch ist, sind es hier die beiden äußeren; und der innerste, der hier allein corollinisch ist, ist hier nicht zwei-, sondern viergliedrig. Die äußeren beiden Staubblätter stehen seitlich wie bei den anderen Familien; die beiden inneren, die bei den Fumariaceen gespalten sind, sind hier verdoppelt und haben längere Filamente (Fig. 248 *B*, *bb*), als die äußeren (*a*), daher die Blüthe »tetradynamisch«. An der Basis des Fruchtknotens stehen häufig kleine Drüsen (Fig. 248 *B*, *d*). Der Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern, welche an den verwachsenen Rändern die Samenanlagen in zwei alternirenden Längsreihen tragen; diese beiden Placenten sind aber durch eine dünne Gewebeplatte verbun-

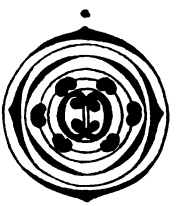


Fig. 247. Diagramm der Cruciferenblüthe.

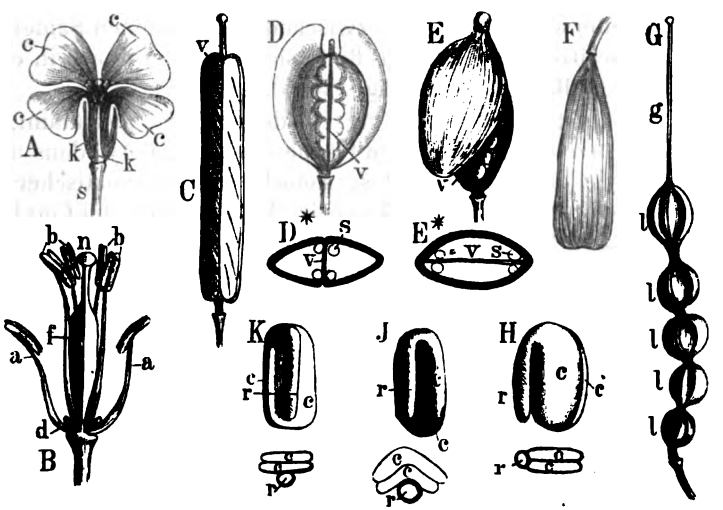


Fig. 248. Blüthen, Früchte und Embryonen verschiedener Cruciferen. *A* Blüthe von Brassica (nat. Gr.); *s* Blüthenstiel, *kk* Kelch, *c* Krone. *B* dieselbe nach Wegnahme des Perigons stärker vergrößert; *aa* die beiden äußeren kürzeren Staubblätter, *b* die vier längeren inneren, *f* der Fruchtknoten, *n* Narbe. *C* Schote von Brassica, *v* Scheidewand; *D* angustiseptes Schötchen von Thlaspi; *E* latiseptes Schötchen von Draba; *D** und *E** die beiden im Querschnitt schematisch, *v* Scheidewand, *s* Samen. *F* Nußartige Schließfrucht von Isatis. *G* Gliederschote von Rhaphanus Rhaphanistrum. *g* Griffel, *lll* die einsamigen Glieder. *K—H* Schemata der gekrümmten Embryonen mit ihren Querschnitten, *r* Würzelchen, *cc* die Cotyledonen.

Digitized by Google

den, welche, da sie nicht von den Karpellrändern gebildet wird, als falsche Scheidewand zu bezeichnen ist (Fig. 248 *D**, *E**, *v*; Fig. 186 *C*, *w*). Beim Öffnen der Frucht springt die Wandung in zwei, den Fruchtblättern entsprechenden Klappen ab, die Scheidewand bleibt stehen und verbindet die Placenten, an welchen die Samen noch eine Zeitlang hängen bleiben (s. Fig. 192 *C*, S. 225).

Die Blüthen stehen in Trauben, in denen die Deckblätter unterdrückt sind; sind die unteren Blüthenstiele länger als die oberen, so wird die Traube einem Ebenstrauß ähnlich und es sind dann gewöhnlich die unteren Blüthen zygomorph, indem die nach der Peripherie zu gewendeten Kronenblätter größer sind als die gegen die Traubenachse gerichteten (Iberis).

Für die Eintheilung der Ordnung ist die Gestalt der Frucht von Wichtigkeit; dieselbe ist bei den einen viel länger als breit, eine Schote, Siliqua (Fig. 248 *C*, 192 *C*); bei den anderen hingegen nicht viel länger oder ebenso lang als breit, ein Schötchen, Silicula (Fig. 248 *D* und *E*). Letzteres ist gewöhnlich von einer Seite her etwas flachgedrückt und zwar entweder parallel mit der Scheidewand, d. h. seitlich, Fig. 248 *E* und *E**, so daß die Scheidewand dem größten Breitendurchmesser folgt, latisept, oder aber senkrecht auf die Scheidewand, d. h. median, Fig. 248 *D* und *D**, so daß die Scheidewand den kürzesten Breitedurchmesser einnimmt, angustisept. Auf wenige Gattungen sind Früchte mit nur einem oder wenigen Samen beschränkt, welche nicht aufspringen (z. B. Isatis, Fig. 248 *F*), sowie sog. Gliederschoten, welche zwischen den einzelnen Samen Querscheidewände besitzen und bei der Reife sich der Quere nach in einzelne Glieder trennen (z. B. Rhaphanus, Fig. 248 *G*).

Der Embryo ist im Samen in verschiedener Weise gekrümmt, indem entweder das Würzelchen der ebenen Fläche des einen Cotyledons aufliegt, Fig. 248 *K*, Cotyledones incumbentes, Notorhizeen (schematischer Querschnitt: ◯); oder bei derselben Lage des Würzelchens die Cotyledonen gefaltet sind, Fig. 248 *J*, Cotyledones incumbentes plicatae, Orthoploceen (schem. Querschn.: ◯⟩⟩⟩); oder drittens es liegt das Würzelchen seitlich an beiden Cotyledonen, Fig. 248 *H*, Cotyledones accumbentes, Pleurorhizeen (◯ =); seltener sind die Cotyledonen spiralig gerollt, so daß sie auf dem Querschnitt zweimal durchschnitten werden, Spirolobeen ◯, oder endlich doppelt gefaltet, so daß sie auf dem Querschnitt viermal erscheinen: Diplecolobeen: ◯.

Die Samen enthalten viel fettes Öl.

A. Siliquosae. Frucht eine Schote, mehrmals länger als breit.

Unterfam. 1. Arabideae. ◯ =. *Cheiranthus* Cheiri, Goldlack, *Matthiola* annua und incana, Levkoje, häufig als Zierpflanze kultivirt. — *Cardamine* fontana, Brunnenkresse.

Unterfam. 2. Sisymbrieae. ◯ ‖. *Sisymbrium* officinale, überall auf Schutt. *Erysimum* an Mauern.

Unterfam. 3. Brassiceae. ◯ ⟩. Als Kulturpflanzen sind die Arten der Gattung *Brassica* mit ihren Varietäten wichtig: Brassica oleracea, Kohl, mit folgenden Varietäten: acephala, Gartengrünkohl, bullata, Wirsing, capitata, Kopfkohl, gongylodes,

Digitized by Google

mit oberirdisch angeschwollener Stengelbasis, Kohlrabi; botrytis mit verwachsenen fleischigen Blüthenstielen und fehlschlagenden Blüthen, Blumenkohl; gemmifera mit zahlreichen seitlichen Laubknospen, Rosenkohl. Brassica Rapa, Rübenkohl, mit grasgrünen, rauhen Blättern und gleichhoher Blüthentraube, sowie Brassica Napus, mit blaugrünen kahlen Blättern und verlängerter Blüthentraube, werden beide sowohl als Ölpflanzen, als mit unterirdischen fleischigen Organen gebaut. Von B. Rapa stammen var. campestris, Sommerrübenkohl, und oleifera, Winterrübenkohl, als Ölpflanzen, sowie var. rapifera mit fleischiger Wurzel, weiße Rübe. Dagegen von B. Napus var. annua, Sommerraps, hiemalis, Winterraps als Ölpflanzen, und var. napobrassica mit unterirdisch verdicktem Stengel, Bodenkohlrübe. — Brassica nigra und *Sinapis* alba, Senf. — *Rhaphanus* mit Gliederschote (Fig. 248 *G*); R. sativus, Rettig, mit fleischiger rübenförmiger Wurzel, R. Rhaphanistrum häufiges Unkraut.

B. Siliculosae. Frucht ein Schötchen.

Unterfam. 4. Latiseptae. ○ = oder ○ ‖. *Cochlearia* officinalis, Löffelkraut, *Nasturtium* Armoracia mit starker Wurzel, Meerrettig. — *Alyssum* calicinum, *Farsetia* incana, *Draba* verna (Fig. 248 *E*), häufige Unkräuter.

Unterfam. 5. Angustiseptae. Cotyledonen verschiedenartig gekrümmt. *Thlaspi* arvense (Fig. 248 *D*), perfoliatum, *Capsella* Bursa pastoris sind häufige Unkräuter; bei letzterer sind nicht selten die Kronenblätter in Staubblätter verwandelt.

Isatis tinctoria, Waid, mit hängender einsamiger Schließfrucht (Fig. 248 *F*) wird zur Indigobereitung benutzt.

Offizinell: Herba Cochleariae von Cochlearia officinalis in Nordeuropa; Semen Sinapis von Brassica nigra, schwarzer Senf, früher auch Semen Sinapis albae von Sinapis alba, weißer Senf.

Fam. 4. Capparideae. Blüthen aktinomorph. $K2 + 2C \times 4A2 + 2^2$ oder $\infty\, G\underline{(2)}$ oder $\underline{(\infty)}$. Staubblätter nicht tetradynamisch; Fruchtknoten von einer besonderen Achsenverlängerung (Fig. 249 *t*) getragen. Frucht schoten- oder beerenartig.

Die Blüthenknospen von *Capparis* spinosa in Südeuropa sind die sog. Kapern.

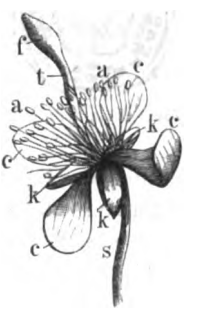


Fig. 249. Blüthe von Capparis spinosa (nat. Gr.). *s* Blüthenstiel. *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten mit Gynophorum *t*.

Ordnung 11. Cistiflorae.

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, hypogyn. Kelch mit deckender Knospenlage, Staubblätter meist zahlreich in Folge von Verzweigung, bei einzelnen jedoch in gleicher oder doppelter Anzahl wie die Kronenblätter. Karpelle synkarp, häufig weniger als Kelchblätter; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand.

Fam. 1. Resedaceae. Blüthen zygomorph, im Perigon 5 bis 8-gliedrig; die Kronenblätter in ihrem oberen Theil zerschlitzt. Staubblätter 10 oder mehr; Fruchtblätter 2—6 einen einfächerigen, oben stets geöffneten Fruchtknoten bildend, mit wandständigen zahlreichen Samenanlagen. Blüthenstand eine einfache Traube, ohne Vorblätter. Same ohne Endosperm.

Reseda lutea, Wau, wird in der Färberei benutzt; R. odorata, verbreitete Zierpflanze.

Digitized by Google

Fam. 2. Cistaceae. Blüthen aktinomorph, meist pentamer. Von den fünf Kelchblättern sind gewöhnlich die beiden äußeren kleiner, fehlen bisweilen ganz. Staubblätter zahlreich. Fruchtblätter drei oder fünf, einen ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten bildend. Samenanlagen gerade. Same mit Endosperm. Bäume oder Stauden mit oft opponirten Blättern, mit Nebenblättern.

Cistus ladaniferus, creticus u. a. Arten in Südeuropa schwitzen ein balsamisches Harz aus. — *Helianthemum* vulgare, ein bei uns sehr häufiger Halbstrauch.

Fam. 3. Bixaceae. *Bixa* Orellana in Amerika enthält im Samen einen rothgelben Farbstoff, der als Terra Orellana in den Handel kommt.

Fam. 4. Hypericaceae. Die zahlreichen Staubblätter stehen in 3 oder 5 den Kronenblättern superponirten Bündeln. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig oder mehrkammerig; Samenanlagen zahlreich, wandständig, anatrop. Same ohne Endosperm. Kräuter oder Halbsträucher mit decussirten ganzen Blättern, die von zahlreichen Ölbehältern durchsichtig punktirt sind, ohne Nebenblätter.

Fig. 250. Diagramm von Hypericum.

Hypericum perforatum, hirsutum, humifusum u. a. Arten bei uns in Wäldern, Auen nicht selten.

Fam. 5. Elatineae. Wasserpflanzen mit quirligen oder decussirten ganzen Blättern; Blüthen aktinomorph, zwitterig, 4- bis 6zählig. $Kn\,Cn\,An + n\,G^{(n)}$. Blüthen einzeln in den Blattachseln ohne Vorblätter.

Elatine Alsinastrum u. a. Arten, nicht häufig.

Fam. 6. Tamaricaceae. Blüthen aktinomorph, zwitterig, vier- oder fünfgliederig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen. Fruchtknoten meist trimer, einfächerig, mit grund- oder wandständigen Samenanlagen. Kapsel loculicid. Same ohne Endosperm mit haarigem Schopf. Blüthen in Trauben oder Ähren.

Myricaria germanica, Tamariske, an Flußufern, mit monadelphischen Staubblättern. — *Tamarix* in Südeuropa.

Fam. 7. Ternstroemiaceae. Blüthen im Perigon (und oft im Andröceum) spiralig, der Kelch von den zahlreichen Hochblättern nicht scharf geschieden. Staubblätter zahlreich. Fruchtknoten mehrfächerig. Bäume oder Sträucher mit zerstreut gestellten, ganzen, meist lederartigen Blättern, ohne Nebenblätter.

Camellia japonica, bekannte Zierpflanze. — *Thea* chinensis; die getrockneten Blätter sind der bekannte Thee; die Sorten des schwarzen und grünen Thees unterscheiden sich nur durch die Behandlungsweise der Blätter beim Trocknen.

Fam. 8. Clusiaceae. Bäume oder Sträucher mit diklinischen Blüthen. — Offizinell: Gutti, Gummiharz von Garcinia Morella (Ostindien).

Fam. 9. Dipterocarpeae. Bäume, meist mit Nebenblättern. Der Kelch vergrößert sich bei der Fruchtreife bedeutend.

Dryobalanops Camphora in Sumatra und Borneo liefert den sogenannten Borneokampher.

Digitized by Google

Fam. 10. Violaceae. Blüthen $K5\,C5\,A5\,G\,\underline{(3)}$, stets seitlich; Samenanlagen anatrop, an der Wand des einfächerigen Fruchtknotens. Frucht eine loculicide Kapsel (Fig. 251 *C*). Same mit Endosperm. Die bei uns einheimischen Pflanzen haben zygomorphe Blüthen; das vordere untere Kronenblatt ist in einen Sporn verlängert (Fig. 251 *A*, *cs*), in welchem der von den spornförmigen Anhängseln der unteren Staubblätter (Fig. 251 *A*, *fs*) abgeschiedene Nektar sich ansammelt. Die Kelchblätter besitzen an der Basis Anhängsel (Fig. 251 *A*, *ls*).

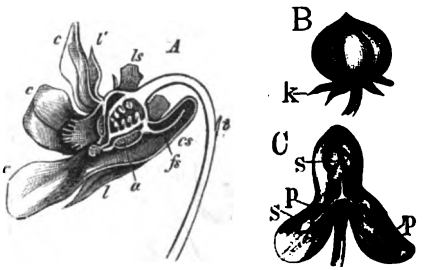


Fig. 251. Viola tricolor. *A* Blüthe im Längsschnitt, *v* Vorblatt des Blüthenstiels; *l* Kelchblätter, *ls* deren Anhängsel; *c* Kronenblätter, *cs* der Sporn des unteren Kronenblattes; *fs* spornförmiges Anhängsel der unteren Staubblätter; *a* Antheren (nach *Sachs*). *B* reife Frucht, *k* Kelch, *C* dieselbe aufgesprungen; *p* Placenten, *s* Samen (wenig vergr.).

Viola, Veilchen; manche Arten besitzen nur einen unterirdischen Stamm, der schuppenartige Niederblätter, gestielte Laubblätter und einblüthige, mit Vorblättern versehene Blüthenstiele treibt, so V. odorata, Märzenveilchen, mit Ausläufern; V. hirta, collina u. a. ohne Ausläufer. Bei anderen dagegen stehen die Blüthenstiele seitlich an oberirdischen, mit Laubblättern besetzten Stengeln, so bei V. canina. Bei V. mirabilis sind diese beiden Formen derart vereinigt, daß im Frühjahre vom Rhizome Blüthen mit großen blauen Kronenblättern emporkommen, die aber stets unfruchtbar sind, erst später erscheinen an oberirdischen Laubstengeln unscheinbare Blüthen mit winzigen Kronenblättern; nur diese sind fruchtbar. Bei V. tricolor und verwandten Arten sind die Nebenblätter groß, fiederspaltig oder getheilt, grün.

Offizinell: Herba Violae tricoloris von Viola tricolor.

Fam. 11. Droseraceae. Blüthen $K5\,C5\,A5$ oder mehr $G\,\underline{(3)}$ oder $\underline{(5)}$, aktinomorph; Fruchtknoten einfächerig, Samenanlagen wand-, seltener grundständig. Kräuter ohne Nebenblätter mit drüsigen, haarähnlichen Anhängseln, welche zum Insektenfang dienen.

Drosera, Sonnenthau mit wickeliger Infloreszenz auf blattlosem Schaft, meist grundständigen Blättern, die am Rande und an der Oberseite mit den haarähnlichen (aber von Fibrovasalsträngen durchzogenen) Anhängseln besetzt sind (s. oben S. 102 Fig. 84); D. rotundifolia, longifolia, nicht selten auf Mooren. — *Aldrovandia* vesiculosa, schwimmende Wasserpflanze mit quirlständigen Blättern, welche sich in Folge von Reiz zusammenklappen, Blüthen einzeln, axillär. — *Dionaea* muscipula, Fliegenfalle, aus Nordamerika, mit ebenfalls zusammenklappenden Blättern; Blüthen mit 10—20 Staubblättern, grundständigen Samen.

Fam. 12. Sarraceniaceae. Blüthen aktinomorph, hermaphrodit, mit 15 oder mehr Staubblättern.

Sarracenia und *Darlingtonia* sind durch den eigenthümlichen hohlen Bau der Blattspreite ebenfalls für den Insektenfang eingerichtet.

Fam. 13. Nepentheae. Blüthen diöcisch, aktinomorph mit einfachem Perigon

Merkwürdig ist die krugförmige Ausbildung der Blattspreite bei *Nepenthes*, welche ebenfalls dem Insektenfang dient.

Digitized by Google

Ordnung 12. Columniferae.

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, aktinomorph, Krone mit convolutiver Knospenlage. Staubblätter ursprünglich in 2 Kreisen, fast stets verzweigt und außerdem oft verwachsen. Karpelle meist fünf oder mehr, einen synkarpen gefächerten Fruchtknoten bildend.

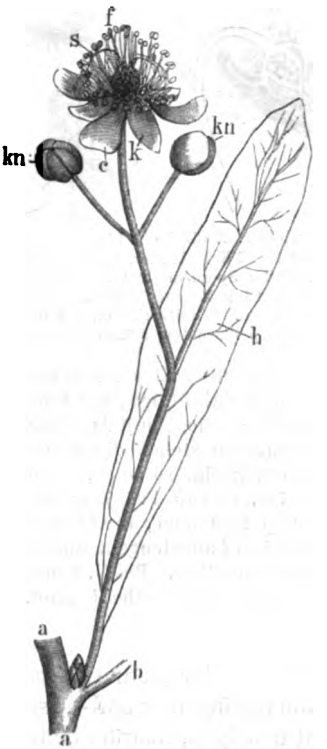


Fig. 252. Blüthenstand der Linde, Tilia grandifolia; *a* Zweig, *b* Blattstiel mit Achselknospe, *h* Flügelblatt, *k* Kelch, *c* Krone, *s* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *kn* Blüthenknospen (nat. Gr.).

Fam. 1. Tiliaceae. Bei unseren einheimischen Repräsentanten ist der episepale Staubblattkreis unterdrückt, die Glieder des epipetalen verzweigt, die Zweige ganz frei, zuweilen die innersten zu Staminodien umgebildet; die Antheren ungespalten. Fruchtknoten fünffächerig mit je zwei Samenanlagen; Frucht meist einsamig. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern.

Die einzige bei uns einheimische Gattung ist *Tilia*, Linde. Blätter zweizeilig mit abfallenden Nebenblättern; Jahrestriebe ohne Gipfelknospe. Die Blüthenstände mit einem eigenthümlichen Blatt, dem »Flügelblatt«, theilweise verwachsen, dessen Stellung aus Folgendem erhellt. In der Achsel der meisten Blätter steht eine Knospe nebst einem Blüthenstand (Fig. 252); das Flügelblatt (Fig. 252 *h*) und die gegenüberstehende Knospenschuppe sind die beiden ersten Blätter des in der Blattachsel befindlichen Sprosses, der mit dem Blüthenstande abschließt und welchem das Flügelblatt eine Strecke weit anwächst. Die Winterknospe steht in der Achsel der oben erwähnten ersten Knospenschuppe. Der Blüthenstand selbst schließt mit einer Endblüthe, aus der Achsel zweier Hochblätter kommen weitere Blüthen, aus deren Vorblättern sich die Verzweigung wiederholen kann. — T. grandifolia, Sommerlinde, mit wenigblüthigem Blüthenstande, unterseits heller grünen, in den Nervenwinkeln weißbärtigen Blättern, und T. parvifolia, Winterlinde, mit reichblüthigerem Blüthenstand, unterseits blaugrünen, rothbärtigen Blättern. Bei den amerikanischen Arten und der osteuropäischen T. tomentosa sind die innersten Staubblattzweige Staminodien. — *Corchorus* in Ostindien liefert die als Jute bekannte Gespinnstfaser.

Offizinell: Flores Tiliae von Tilia grandifolia und parvifolia.

Fam. 2. Sterculiaceae. Kelch gamosepal; die epipetalen Staubblätter meist verdoppelt oder verzweigt, die episepalen sind Staminodien oder unterdrückt. Antheren bisweilen gespalten. Die Krone fehlt zuweilen.

Theobroma Cacao, ein aus dem tropischen Amerika stammender Baum. Die Samen, welche einen stickstoffhaltigen Körper, das Theobromin, und festes Fett enthalten, dienen zur Bereitung der Chokolade, auch offizinell.

Digitized by Google

Fam. 3. Malvaceae. Kelch meist synsepal, Krone an der Basis etwas mit dem Andröceum verwachsen, letzteres bildet eine oben in zahlreiche Zweige auseinandergehende Röhre (Fig. 253 *A*, *s*), verwachsen aus fünf episepalen verzweigten Staubblättern, deren Antheren ebenfalls gespalten, daher »einfächerig« sind (Fig. 253 *A*, *a*). Fruchtknoten aus meist vielen Karpellen gebildet, vielfächerig (Fig. 253 *C*, *f*), mit meist je einer Samenanlage in jedem Fach (Fig. 253 *D*, *s*). An der Basis der Blüthe häufig

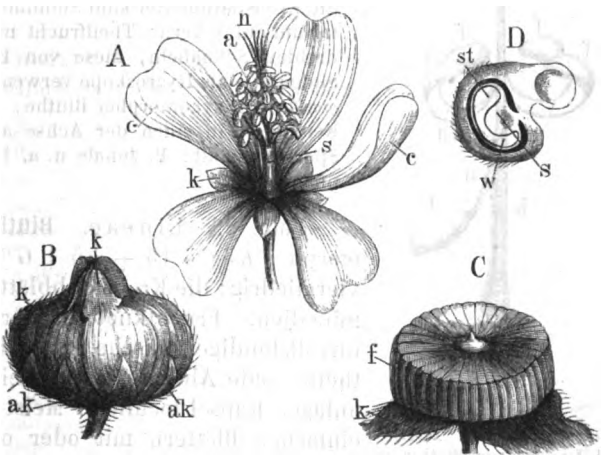


Fig. 253. *A* Blüthe von Malva Alcea (nat. Gr.). *k* Kelch, *c* Krone, *s* die verwachsenen Staubblätter mit den Antheren *a*, *n* Narben. *B* Frucht von Althaea rosea im Kelch *k* eingeschlossen, *ak* Außenkelch; *C* dieselbe nach Entfernung des Kelches. *D* ein einzelnes Fach derselben im Längsschnitte, *s* der Same, *w* Würzelchen, *st* Cotyledonen des Embryos (vergr.).

eine von Hochblättern gebildete Hülle, der Außenkelch. Sträucher oder Kräuter mit Nebenblättern und meist handförmiger Nervatur der Blätter.

Malva mit dreiblätterigem, *Hibiscus* mit vierblätterigem, *Althaea* mit sechs- bis neunspaltigem Außenkelch, in mehreren Arten kultivirt, so Althaea rosea mit hohem Stengel, auch einheimisch wie Malva silvestris u. a. — *Gossypium* herbaceum aus Ägypten, arboreum und religiosum aus Ostindien, peruvianum und hirsutum aus Amerika liefern die Baumwolle, welche aus den langen Haaren der Samenschale besteht.

Offizinell: Folia Malvae von Malva vulgaris und M. silvestris; Flores Malvae von Malva silvestris; Folia und Radix Althaeae von Althaea officinalis, Eibisch.

C. Eucyclicae.

Blüthen meist hypogyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubblattkreisen, nur selten mit mehr Staubblättern. Fruchtknoten synkarp.

Ordnung 13. Gruinales.

Blüthen meist durchgehends fünfzählig, die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt, Fruchtknoten meist fünffächerig mit hängenden Sa-

Digitized by Google

menanlagen, deren Mikropyle nach innen liegt. Kein Discus. $K5\,C5\,A5 + 5 \mid G\,(\underline{5})$.

Fam. 1. Geraniaceae. Blüthen meist aktinomorph, in jedem Fruchtknotenfach zwei Samenanlagen. Der Fruchtknoten verlängert sich nach oben in einen Schnabel (Fig. 254 *A*, *a*). Kräuter mit Nebenblättern.

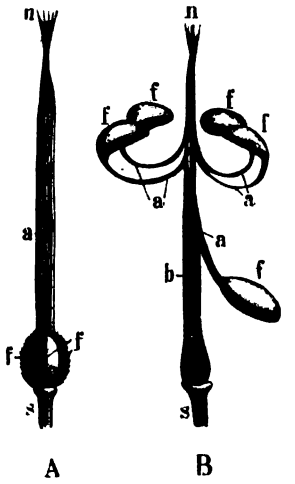


Fig. 254. Frucht von Geranium. *A* vor, *B* nach dem Aufspringen; *s* Blüthenstiel, *f* die Fächer des Fruchtknotens, *a* der Schnabel, *n* Narben; *b* der mittlere Theil der Scheidewände (etwas vergrößert).

Geranium in mehreren Arten bei uns einheimisch; Frucht septifrag mit sich nach oben einrollenden Klappen (Fig. 254 *B*). — *Erodium*, die Kronstaubblätter sind Staminodien; E. cicutarium auf Äckern; Theilfrucht mit spiralig gedrehten Schnäbeln, diese von E. gruinum in Südeuropa als Hygroskope verwendet. — *Pelargonium* mit zygomorpher Blüthe, deren hinteres Kelchblatt in einen der Achse angewachsenen Sporn ausläuft; P. zonale u. a. bekannte Zierpflanzen.

Fam. 2. Lineae. Blüthen aktinomorph, $K5\,C5\,A5 + \dagger 5 \mid G\,(\underline{5})$, seltener viergliedrig; die Kronstaubblätter sind Staminodien. Fruchtknotenfächer durch eine unvollständige falsche Scheidewand getheilt, jede Abtheilung mit einer Samenanlage. Kapsel loculicid. Meist Kräuter mit einfachen Blättern mit oder ohne Nebenblätter.

Linum usitatissimum, Flachs, Lein. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verarbeitet, die Samen enthalten Öl; die äußersten Zellwände der Samenschale sind verschleimt.

Offizinell: Semen Lini von Linum usitatissimum.

Fam. 3. Oxalideae. Blüthen aktinomorph, $K5\,C5\,A5 + 5 \mid G\,(\underline{5})$; Staubblätter an der Basis untereinander verwachsen, die Kelchstaubblätter länger. Samenanlagen zahlreich. Frucht eine Kapsel oder seltener Beere. Same endospermreich. Meist Kräuter ohne Nebenblätter, mit zusammengesetzten Blättern (s. Fig. 88).

Oxalis Acetosella, Sauerklee, in Wäldern, enthält sehr viel Kaliumoxalat. Die verdickten Wurzeln oder unterirdischen Stengel einiger amerikanischen Arten (O. esculenta, crenata, Deppei) enthalten viel Schleim und werden gegessen.

Fam. 4. Balsamineae. Blüthen zygomorph, $K5\,C5\,A5 + 0 \mid G\,(\underline{5})$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die beiden vorderen kleiner oder ganz fehlend; das vordere Kronenblatt größer. Fruchtknoten fünffächerig, mit zahlreichen Samenanlagen in jedem Fach; die Frucht springt elastisch septifrag auf mit Loslösung der Außenwand von der Mittelsäule. Kräuter mit durchscheinendem Stengel, einfachen Blättern, ohne Nebenblätter.

Impatiens Noli tangere, deren reife Frucht bei der geringsten Berührung aufspringt, in Wäldern. I. Balsamina, verbreitete Zierpflanze aus Ostindien.

Digitized by Google

Fam. 5. Tropaeoleae. Blüthen zygomorph, K5 C5 A4 + 4 G (3). Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die drei unteren Kronenblätter mit Nagel, gewimpert, die beiden medianen Staubblätter (also je eines jedes Kreises) unterdrückt. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer Samenanlage. Kräuter ohne Nebenblätter.

Tropaeolum maius und minus, Kapuzinerkresse, mit schildförmigen Blättern, verbreitete Zierpflanzen aus Peru.

Ordnung 14. Terebinthinae.

Blüthen meist durchgehends fünfzählig, Karpelle epipetal, Fruchtknoten meist fünffächerig. Ein Discus zwischen Androeceum und Gynäceum.

Fam. 1. Zygophylleae. Blüthen aktinomorph, hermaphrodit, fünf- oder vierzählig. Kräuter oder Holzpflanzen mit decussirten paarig gefiederten Blättern und Nebenblättern.

Offizinell: Lignum Guajaci von Guajacum officinale (Westindien), »Pockholz«, durch außerordentliche Härte und Schwere ausgezeichnet.

Fam. 2. Rutaceae. Blüthen meist aktinomorph, Fruchtknoten bisweilen theilweise apokarp, doch meist mit verwachsenen Griffeln; Antheren intrors. In den Blättern und der Rinde Ölbehälter.

Unterfam. 1. Ruteae. Placenten in die Fruchtknotenfächer vorspringend, mit 3 oder mehr Samenanlagen. Same mit Endosperm; Frucht eine loculicide Kapsel. — *Ruta* graveolens, in Südeuropa, mit fünfzähligen Gipfelblüthen, vierzähligen Seitenblüthen; *Dictamnus* Fraxinella mit zygomorph ausgebildeter Blüthe.

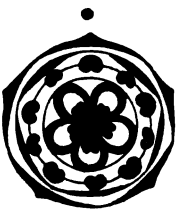


Fig. 255. Diagramm der Blüthe von Dictamnus.

Unterfam. 2. Diosmeae. Fruchtknotenfächer mit nur zwei Samenanlagen. Blätter stets einfach. — *Barosma*, *Agathosma*, *Empleurum*.

Unterfam. 3. Xanthoxyleae. Blüthen meist polygam-diöcisch. — *Xanthoxylum* fraxineum aus Nordamerika, bisweilen kultivirter Strauch.

Unterfam. 4. Toddalieae. Fruchtknoten vollkommen synkarp, saftige oder trockene geflügelte Schließfrucht. — *Ptelea* trifoliata, Zierstrauch aus Nordamerika, mit dreizähligen Blättern, weißen Blüthen.

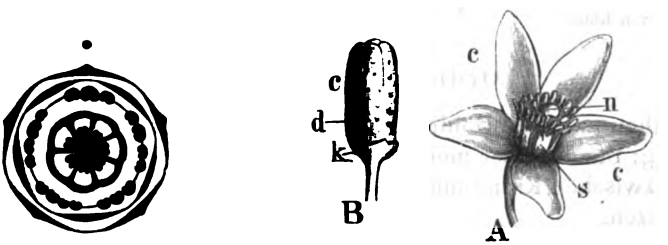


Fig. 256. Blüthe und Diagramm von Citrus. *A* geöffnet, *c* Krone, *s* die theilweise verwachsenen Staubblätter, *n* Narbe; *B* Knospe, *k* Kelch, *c* Krone, *d* die Ölbehälter.

Unterfam. 5. Aurantieae. Fruchtknoten synkarp, meist vielgliedrig; Frucht eine Beere, Kelch synsepal. — *Citrus* mit zahlreichen, in eine unbestimmte Anzahl von Bündeln verwachsenen Staubblättern (Fig. 256 *A*), die durch die Verzweigung der

Digitized by Google

fünf episepalen Staubblätter entstanden sind. Fruchtknotenfächer (und Karpelle) meist mehr als Kronenblätter, während der Fruchtreife von einem saftigen, der Wandung entsprossenden Gewebe ausgefüllt. In den Blüthentheilen und der Frucht findet sich reichlich ätherisches Öl. Die Blätter, ursprünglich gefiedert, sind auf das Endblättchen reduzirt, wie sich aus der Gliederung zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel ergiebt (s. Fig. 20 *G*, S. 24). *Citrus* medica und Limonium, Citrone; Citrus vulgaris = C. Aurantium in verschiedenen Varietäten, Orange, in Südeuropa, ursprünglich aus dem tropischen Asien stammend.

Offizinell: Fructus immaturi und Cortex Fructus Aurantii von Citrus vulgaris, und zwar der bitteren Varietät; Cortex Fructus Citri von Citrus Limonium. Folia Jaborandi, Fiederblätter von Pilocarpus pennatifolius in Brasilien.

Fam. 3. Meliaceae. Staubblätter monadelphisch, mit Anhängseln (Stipulae) der Filamente; keine Ölbehälter in den Blättern und der Rinde.

Von *Swietenia* Mahagoni in Amerika stammt das Acajou- oder Mahagoniholz; andere Repräsentanten liefern theils farbige, theils durch ihre Festigkeit ausgezeichnete Hölzer; das von *Cedrela*-Arten wird oft fälschlich Cedernholz genannt (Cigarrenkistchen).

Fam. 4. Simarubeae. Blüthen stets aktinomorph, bisweilen diklin. Keine Ölbehälter, aber Rinde und Holz mit Bitterstoff.

Ailanthus glandulosa, Götterbaum, aus China, mit vielpaarig gefiederten Blättern, geflügelter Schließfrucht, häufiger Zierbaum.

Offizinell: Lignum Quassiae von Quassia amara und Picraena excelsa (Südamerika).

Fam. 5. Burseraceae. Blüthen aktimorph, Fruchtknoten synkarp, mit 2 Samenanlagen in jedem Fach. Im Baste Harzgänge.

Offizinell: Myrrha, Gummiharz von Balsamea Myrrha und anderen Arten (Arabien).

Fig. 257. Diagramm der Blüthe von Rhus.

Fam. 6. Anacardiaceae. Fruchtknoten oft weniggliederig, oft nur ein Fruchtblatt vollkommen ausgebildet, zwei andere nur als Griffel oder Narben. — Harzgänge.

Rhus in mehreren Arten häufige Ziersträucher; Rh. Coriaria (Südeuropa) findet in der Gerberei Anwendung. — Bei *Cotinus* coccygria, Perückenstrauch (Südeuropa), abortiren viele Blüthen, während die behaarten Blüthenstiele sich sehr verlängern. — *Pistacia* (Kronenblätter und epipetale Staubblätter fehlen) vera in Südeuropa mit eßbaren Früchten.

Ordnung 15. Aesculinae.

Blüthen meist fünfzählig, häufig zygomorph; Fruchtknoten zwei- oder dreizählig; Staubblätter meist theilweise unterdrückt. Discus, wenn vorhanden, zwischen Krone und Andröceum. Same ohne Endosperm. Meist Holzpflanzen.

Fam. 1. Sapindaceae. Blüthen meist schräg zygomorph, indem zwei Kronenblätter der einen Seite sich größer und in anderer Form ausbilden, als die drei anderen, von welchen bisweilen eines (das in die Symmetrieachse fallende) fehlt. Meist fehlen drei Staubblätter, daher im Ganzen sieben. Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei Samenanlagen.

Digitized by Google

Aesculus mit decussirten, handförmig getheilten Blättern, ohne Nebenblätter; die Blüthen in terminalen Wickeltrauben, die Frucht springt loculicid auf, die Samen haben eine sehr entfernte Ähnlichkeit mit den Früchten von Castanea. A. Hippocastanum, Roßkastanie, aus Asien stammend. A. carnea, A. Pavia u. a. häufig kultivirt. Die übrigen zahlreichen Gattungen und Arten in wärmeren Gegenden (bei uns auch nur selten kultivirt), mit zerstreut gestellten, meist gefiederten Blättern; das Fruchtfleisch von *Sapindus* Saponaria (Antillen) schäumt mit Wasser wie Seife.

Fam. 2. Aceraceae. Blüthen im ganzen aktinomorph, meist nur 8 Staubblätter. Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, bei der Reife in zwei einsamige geflügelte Theilfrüchte (Fig. 259) zerfallend.

Fig. 258. Diagramm der Blüthe von Aesculus.

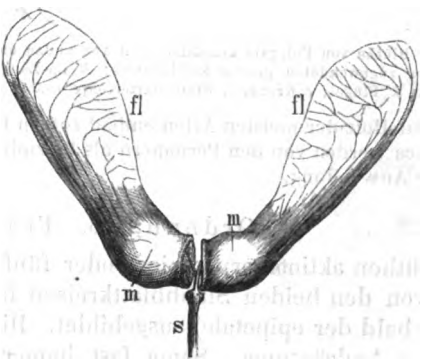


Fig. 259. Frucht des Spitzahorns, in die beiden Theilfrüchte *m* zerfallend; *s* Blüthenstiel; *fl* die flügelartigen Anhängsel (nat. Gr.).

Blätter decussirt, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. Blüthen in terminalen Trauben (oft verkürzt), mit Gipfelblüthe.

Acer, Ahorn; die wichtigsten Arten sind A. Pseudoplatanus, Traubenahorn, mit gekerbtem Blattrand, hängenden gestreckten Blüthentrauben, die erst nach der Belaubung blühen, und parallel gerichteten Fruchtflügeln; A. platanoides, Spitzahorn, mit spitz und buchtig gezähntem Blattrand, aufrechten, verkürzten Blüthentrauben, die vor der Belaubung blühen, und stark divergirenden Fruchtflügeln (noch stärker als in Fig. 259). A. campestre, Maßholder, zuweilen strauchförmig, mit dreilappigem Blatt, aufrechten verkürzten Blüthentrauben, die nach der Belaubung blühen, und in direkte Verlängerung auseinanderspreizenden Fruchtflügeln. Außerdem werden häufig nordamerikanische Arten kultivirt: A. rubrum mit nur 5 (episepalen) Staubblättern; A. dasycarpum ebenso, ohne Krone, diöcisch; A. Negundo mit gefiedertem Blatt, Blüthen den vorigen ähnlich, diöcisch. Aus dem Safte besonders von A. nigrum und dasycarpum wird Zucker gewonnen.

Fam. 3. Polygalaceae. Blüthen median-zygomorph; die beiden seitlichen Kelchblätter bedeutend vergrößert, die sog. »Flügel« (Fig. 260 *k'*). Kronenblätter gewöhnlich nur drei (die beiden seitlichen fehlen), davon das vorderste sehr groß, kielförmig gefaltet; Staubblätter meist acht (die beiden medianen fehlen), zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, mit welcher auch die Krone, wenigstens das vordere Blatt verschmolzen ist (Fig. 260). Fruchtknoten aus zwei medianen Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit je einer hängenden Samenanlage. Frucht meist eine Kap-

Digitized by Google

sel. Die Blüthe gleicht entfernt einer Papilionaceenblüthe; es ist aber wohl zu beachten, daß die beiden »Flügel« hier dem Kelch angehören.

Fig. 260. Blüthe von Polygala grandiflora. *A* von außen nach Wegnahme des zugewendeten großen Kelchblattes; *B* im Längsschnitt. *k* Kelch, *k'* Flügel, *c* Krone, *st* Staubblätterröhre (nach *Sachs*).

Polygala vulgaris, amara u. a. kleine, an der Basis holzige Kräuter, auf Wiesen, in Wäldern.

Offizinell: Radix Senegae von Polygala Senega (Virginien).

Fam. 4. Erythroxyleae. Blüthen aktinomorph; Krone mit Ligula; Staubblätter zehn, durch den Discus zu einer Röhre verwachsen. Same mit Endosperm.

Das Holz der meisten Arten enthält rothen Farbstoff. Die Blätter von *Erythroxylon* Coca werden von den Peruanern als Reizmittel gekaut und finden bei uns medizinische Anwendung.

Ordnung 16. Frangulinae.

Blüthen aktinomorph, vier- oder fünfzählig (bisweilen peri- oder epigyn); von den beiden Staubblattkreisen fast stets nur einer (bald der episepale, bald der epipetale) ausgebildet. Discus bald innerhalb, bald außerhalb des Andröceums. Same fast immer mit Endosperm. Holzpflanzen. $K5\,C5\,A5$ oder 0, + 0 oder 5, $G\underline{(5)}$ oder weniger.

a) $Kn\,Cn\,An$ + $o\,G\underline{(n)}$ oder weniger; $n = 4$ oder 5, selten 6.

Fam. 1. Celastrineae. Blüthen vier- oder fünfgliedrig. Staubblätter und Fruchtknoten einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenfächer mit meist zwei aufrechten Samenanlagen. Blätter zerstreut oder decussirt, ganz, mit Nebenblättern.

Evonymus, Pfaffenkäppchen, mit loculicider Kapsel und orangerothem Arillus des Samens; E. europaeus und latifolius, kultivirt und wild.

Fam. 2. Staphyleaceae. Blüthen fünfgliedrig; Staubblätter außerhalb des Discus. Samenanlagen zahlreich, aufsteigend. Blätter decussirt, gefiedert, mit Nebenblättern

Staphylea, Pimpernuß, mit aufgeblasener Kapsel; St. pinnata und trifolia kultivirt.

Fam. 3. Pittosporaceae. Blüthen fünfgliedrig. Kein Discus. Samenanlagen zahlreich an den meist nicht verwachsenen Scheidewänden. Blätter einfach, ohne Nebenblätter.

Pittosporum Tobira, undulatum, crassifolium, Zierpflanzen (Australien).

Fam. 4. Ilicineae. Blüthen vier-, fünf- (selten sechs-)gliedrig. Kein Discus. Samenanlage nur eine hängend im Fruchtknotenfach. Kronenblätter an der Basis etwas untereinander verklebt. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter.

Ilex Aquifolium, Stechpalme, in Gebirgswäldern, mit lederartigen, immergrünen, dornig gezähnten Blättern, Beerenfrucht, in Gärten in vielen Varietäten kultivirt. Von I. paraguaiensis (Südamerika) werden die Blätter als Thee benutzt.

Digitized by Google

b) $Kn\,Cn\,Ao + nG$ (2) bis (4); $n = 4$ oder 5, selten 6.

Fam. 5. Rhamneae. Kelch meist gamosepal; Kronenblätter stets klein, oft kapuzenförmig die vor ihnen stehenden Staubblätter einhüllend (Fig. 261). Blüthen zuweilen diklinisch. Discus den Fruchtknoten umgebend. Je eine aufrechte Samenanlage in jedem Fruchtknotenfach. Blätter meist zerstreut, ganz, mit Nebenblättern. Stein- oder Kapselfrucht.

Rhamnus cathartica, Kreuzdorn mit decussirten Blättern, dornigen Zweigenden; Rh. Frangula mit zerstreuten Blättern, dessen Holz eine sehr leichte Kohle giebt; von Rh. infectoria u. a. in Südeuropa wird der Farbstoff der Beeren technisch verwerthet.

Offizinell: Cortex Frangulae von Rhamnus Frangula.

Fig. 261. Blüthe von Rhamnus Frangula (vergr.). *k* Kelch, an der Basis zu einer Röhre *d* verwachsen, *c* die kapuzenförmigen Kronenblätter, welche die Staubblätter *a* einschließen.

Fig. 262. Blüthe von Vitis vinifera, nebst Diagramm. *A* im Aufblühen begriffen, *B* geöffnet; *k* Kelch, *c* Krone, *d* Drüsen, *s* Staubfäden, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (etwas vergr.).

Fam. 6. Ampelideae. Blüthen vier- oder fünfzählig. Kelchblätter klein; Kronen oft vor dem Aufblühen mützenförmig abgeworfen (Fig. 262 *A*, *c*). Discus zwischen Androeceum und Gynäceum, meist in einzelne Drüsen ausgezogen. Je zwei aufrechte Samenanlagen in jedem Fruchtknotenfach. Frucht eine Beere. Meist rankende Sträucher mit handförmig gelappten oder getheilten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter.

Vitis vinifera, Weinstock, vielleicht aus dem Orient stammend, in zahllosen Varietäten kultivirt; andere Arten (V. vulpina, V. Labrusca), sowie *Ampelopsis* hederacea, wilde Rebe in Nordamerika, letztere überall kultivirt. Den Blättern gegenüber entspringen Ranken, welche aus der Achsel kleiner schuppenförmiger Blätter sich weiter verzweigen (s. o. S. 32, Fig. 24 *A*); die Rebe ist als Sympodium aufzufassen, indem jede Ranke das Ende eines Sprosses vorstellt.

Ordnung 17. Tricoccae.

Blüthen meist diklinisch; Perigon meist einfach, zuweilen jedoch aus Kelch und Krone bestehend, bisweilen fehlend; Fruchtknoten oberständig, meist dreifächerig mit je einer oder zwei anatropen, fast immer hängenden Samenanlagen. Same mit Endosperm. Im Übrigen ist der Blüthenbau sehr mannigfaltig und die vielfachen Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe noch nicht genügend aufgeklärt.

Fam. 1. Euphorbiaceae. Die hängenden Samenanlagen mit der Mikropyle nach außen gewendet. Pflanzen von sehr verschiedenem Blüthenbau, von sehr verschiedenem Aussehen, mit Milchsaft.

Digitized by Google

Die Gattung Euphorbia trägt cymöse Dolden oder Dichasien, deren Zweige mit eigenthümlichen Gebilden abschließen, die man früher für hermaphrodite Blüthen gehalten hat, die aber als Blüthenstände zu betrachten sind und Cyathium genannt werden. Jedes Cyathium besitzt eine röhrig verwachsene Hülle (Fig. 263 *p*), zwischen deren fünf Zipfeln drüsige Anhängsel, oft von halbmondförmiger Gestalt (Fig. 263 *dr*) stehen. Innerhalb dieser Hülle stehen nun in fünf Gruppen eine große Anzahl männlicher Blüthen, deren jede nur auf ein einziges Staubblatt reduzirt ist (Fig. 263 *a*), und terminal auf längerem Stiele (Fig. 263 *g*) eine weibliche Blüthe, die nur aus dem dreifächerigen Fruchtknoten (Fig. 263 *f*) besteht, nur bisweilen an dessen Basis die Andeutung eines Perigons erkennen läßt. Daß das Cyathium in der That ein Blüthenstand, keine Einzelblüthe ist, zeigt am schlagendsten der Vergleich mit ausländischen Gattungen, bei denen das Perigon um jedes einzelne Staubblatt deutlich entwickelt ist. — In jedem Fache des dreifächerigen Fruchtknotens findet sich eine Samenanlage; der Same ist mit einem eigenthümlichen Anhängsel, der Caruncula versehen.

Fig. 263. Theil eines Blüthenstands von Euphorbia, *bb* Hochblätter, in deren Achseln die Blüthenknospen *kn*; im Cyathium *p* die Hülle, *dr* deren Drüsen, *a* die männlichen Blüthen, *g* der Stiel der weiblichen Blüthe *f* mit den Narben *n* (vergr.).

Bei Mercurialis bestehen die männlichen Blüthen aus einem dreiblätterigen Perigon und zahlreichen Staubblättern, die weiblichen aus einem ähnlichen Perigon und einem zweifächerigen Fruchtknoten.

Ricinus trägt monöcische Blüthen in zusammengesetztem Blüthenstande, an welchem unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, fünftheilig. Staubblätter zahlreich, verzweigt (s. Fig. 171, S. 207).

Von *Euphorbia*, Wolfsmilch, finden sich mehrere krautartige, zum Theil einjährige Arten, als E. Peplus, Cyparissias, helioscopia u. a. bei uns auf Gartenland, an Wegrändern u. dgl. häufig, einige südeuropäische sind kleine Sträucher, z. B. dendroides, fruticosa; in Afrika und auf den kanarischen Inseln ist die Gattung durch Arten vertreten, die in ihrem Äußeren den Cacteen auffallend ähnlich sehen; die Stämme sind dick, zylindrisch, kantig oder kugelig und tragen kleine Blätter, welche gewöhnlich rasch abfallen. — *Mercurialis* annua und perennis häufig, erstere auf Gartenland, Äckern, letztere in Wäldern, diöcisch. — *Ricinus* communis, aus Afrika stammend, häufig kultivirt. — Arten von *Phyllanthus* besitzen blattartige Zweige, welche in kleinen seitlichen Einkerbungen in der Achsel winziger borstenförmiger Blätter die kleinen Blüthen tragen. — Von *Manihot* utilissima in Südamerika kommt das Stärkemehl als Tapiocca in den Handel. — Von *Siphonia* elastica im tropischen Amerika stammt der meiste Kautschuk.

Offizinell: Euphorbium, Gummiharz von Euphorbia resinifera in Afrika; Öl aus den Samen von Ricinus communis (Afrika) und Croton Tiglium (Ostindien); Cortex Cascarillae von Croton Eluteria (Westindien); Kamala, die Drüsen der Früchte von Mallotus Philippinensis (Ostindien).

Digitized by Google

Fam. 2. **Buxaceae.** Die hängende Samenanlage mit der Mikropyle nach innen gewendet. Die Blüthen monöcisch in Ähren oder Trauben, worin gewöhnlich die Endblüthe weiblich, die Seitenblüthen männlich sind; letztere mit viertheiligem einfachen Perigon und vier superponirten Staubblättern, weibliche mit einem dreifächerigen Fruchtknoten; Kapsel fachspaltig aufspringend. Meist Sträucher ohne Milchsaft.

Buxus sempervirens, immergrüner Strauch in Südeuropa, mit sehr hartem Holze.

Fam. 3. **Callitrichaceae.** Wasserpflanzen mit decussirten linealischen oder eiförmigen Blättern, in deren Achseln einzeln die perigonlosen diklinischen Blüthen stehen; die männlichen enthalten nur ein Staubblatt, die weiblichen einen dimeren, aber unecht vierfächerigen Fruchtknoten mit vier hängenden Samenanlagen, deren Mikropyle nach außen sieht.

Callitriche stagnalis u. a. leben untergetaucht oder im Uferschlamm kriechend.

Fam. 4. **Empetreae.** Samenanlagen aufsteigend; Blüthen diöcisch, mit 3 Kelch-, 3 Kronen-, 3 Staubblättern und 6—9 fächerigem Fruchtknoten. Steinfrucht. Sträucher von Erica-ähnlichem Aussehen.

Empetrum nigrum, kleiner Strauch in Nordeuropa und den Alpen.

D. Calyciflorae.

Blüthen fast immer perigyn, oder epigyn, cyklisch, meist mit Kelch und Krone; Staubblätter in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen; Fruchtknoten synkarp oder apokarp.

Ordnung 13. Umbelliflorae.

Blüthen meist aktinomorph, epigyn, mit meist nur einem episepalen Staubblattkreis; Kelch sehr schwach entwickelt; Fruchtknoten vollkommen gefächert, mit je einer Samenanlage. Discus zwischen Staubblättern und Griffeln. Blüthenstände meist Dolden. Same mit reichlichem Endosperm. Keine Nebenblätter.

Fam. 1. **Umbelliferae**, Doldengewächse. $K5\,C5\,A5\,G\overline{(2)}$. Der Kelch ist meist sehr klein, oft kaum angedeutet; die Krone besteht aus fünf weiß oder gelb gefärbten, ziemlich kleinen Blättern; hie und da sind die nach außen liegenden Kronenblätter der am Rande der Dolden stehenden Blüthen größer als die übrigen, die Dolde heißt dann strahlend. Staubblätter fünf. Fruchtknoten unterständig, zweifächerig. Die Basis der beiden Griffel ist fleischig angeschwollen und bildet den Discus oder Stempelpolster (Fig. 264 *A*, *d*). In jedem Fache des Fruchtknotens befindet sich eine hängende Samenanlage (s. oben Fig. 178 *E*, S. 212). Bei der Reife zerfällt die Frucht in zwei Theilfrüchte, indem jedes Fach für sich geschlossen sich von einer stehenbleibenden Mittelsäule (Fig. 265 *a*) lostrennt; es enthält jede Theilfrucht einen Samen. Der Bau der Fruchtschale ist für die systematische Eintheilung der Familie von Wichtigkeit. Die Frucht von meist länglicher (Fig. 265), zusammengedrückter (Fig. 264 *B*), oder fast kugeliger (Fig. 264 *E*) Gestalt, besitzt Längsriefen (Costae) und zwar gewöhnlich auf jeder Theilfrucht fünf, wovon zwei längs dem Rande der Theilfrucht verlaufen (Fig. 264 *B*, *C*, *D*, *rr*) die anderen drei auf deren Rücken (Fig. 264 *B*, *C*, *D*, *r*). In den Zwischenräumen zwischen den Riefen, den Thälchen

Digitized by Google

(Valleculae), verlaufen meistens Ölstriemen, Vittae (s. Fig. 264 *B*, *C*, o), zuweilen wiederum andere Nebenriefen, Costae secundariae (Fig. 264 *E*, *F*, *n*). Die Theilfrucht wird bei der Reife vom Samen ausgefüllt, welcher der Hauptmasse nach aus dem Endosperm (Fig. 264 *C*, *D*, *F*, *e*) besteht und nur einen

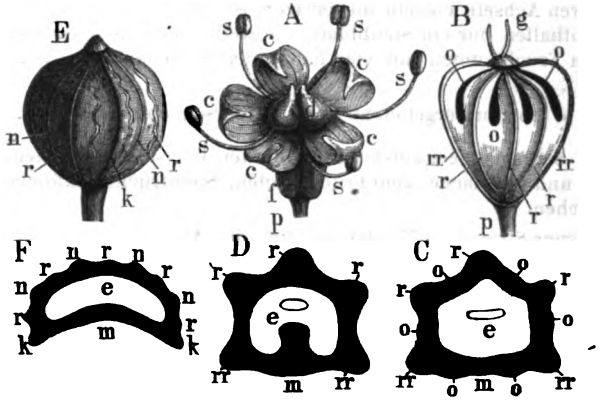


Fig. 264. *A* Blüthe von Foeniculum (vergr.). *f* Fruchtknoten, *c* Krone, *s* Staubblätter, *d* Discus; *B* Frucht von Heracleum, *p* Blüthenstiel, *g* Griffel, *r*, *r*, *r* Riefen, *rr* Randriefen, *o* Ölstriemen (vergr.); *C* Querschnitt der Theilfrucht von Carum Carvi, *m* Berührungsfläche mit der anderen Theilfrucht, *o* Ölstriemen, *e* Endosperm. *D* Querschnitt der Theilfrucht von Conium; *E* Frucht von Coriandrum, *k* Trennungsfläche der Theilfrüchte, *r* Riefen, *n* Nebenriefen; *F* Querschnitt derselben (vergr.).

Fig. 265. Frucht von Carum Carvi. *A* Fruchtknoten der Blüthe (*f*); *B* reife Frucht; die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpien (m); ein Theil der Scheidewand bildet das Carpophorum (*a*).

kleinen Embryo enthält. Je nach der Gestalt des Endosperms unterscheidet man Orthospermeen, deren Endosperm an der Berührungsfläche der beiden Theilfrüchte flach oder konvex ist, z. B. Carum (Fig. 264 *C*); Campylospermeen, deren Endosperm an der Berührungsfläche eine Furche besitzt, daher auf dem Querschnitt konkav erscheint, z. B. Conium (Fig. 264 *D*), und Coelospermeen, deren Endosperm halbkugelig gekrümmt ist, daher sowohl auf dem Längs- als Querschnitt konkav erscheint, z. B. Coriandrum (Fig. 264 *F*).

Die Blüthen stehen mit wenigen Ausnahmen (Astrantia, Eryngium) in zusammengesetzten Dolden, selten (z. B. Daucus) mit einer, alsdann schwarz gefärbten Endblüthe; Involucrum und Involucellum sind je nach den Gattungen verschieden stark entwickelt oder fehlen ganz. Der hohle Stengel trägt große Blätter mit zumeist mächtig entwickelter Scheide und vielfach getheilter Spreite. Selten sind einfache, stengelumfassende Blätter (Bupleurum).

I. Orthospermeae.

1. Dolden einfach oder köpfchenartig.

Unterfam. 1. Hydrocotyleae. Frucht seitlich zusammengedrückt: *Hydrocotyle*, Sumpfpflanze mit schildförmigen Blättern.

Unterfam. 2. Saniculeae. Frucht ziemlich zylindrisch: *Astrantia*, *Eryngium*.

Digitized by Google

2. Dolden zusammengesetzt.

Unterfam. 3. Ammieae. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt: *Bupleurum, Petroselinum, Apium, Aegopodium, Carum, Cicuta.*

Unterfam. 4. Seselineae. Frucht ohne Nebenrippen, im Querschnitt kreisrund: *Aethusa, Foeniculum, Oenanthe.*

Unterfam. 5. Angelicaae. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt, die seitlichen Hauptrippen geflügelt, die Flügel der beiden Theilfrüchte von einander abstehend: *Levisticum, Angelica, Archangelica.*

Unterfam. 6. Peucedaneae. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt; die seitlichen Hauptrippen geflügelt; die Flügel beider Theilfrüchte einander aufliegend: *Imperatoria, Anethum, Pastinaca, Heracleum.*

Unterfam. 7. Silerineae. Theilfrucht mit vier schwächeren Nebenriefen: *Siler.*

Unterfam. 8. Thapsieae. Theilfrucht mit vier Nebenrippen, wovon mindestens die äußeren geflügelt: *Laserpitium.*

Unterfam. 9. Daucineae. Die Nebenriefen mit Stacheln besetzt: *Daucus.*

II. Campylospermeae.

Unterfam. 10. Caucalineae. Nebenrippen mit Stacheln besetzt: *Caucalis.*

Unterfam. 11. Scandiceae. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt, meist geschnäbelt: *Anthriscus, Chaerophyllum.*

Unterfam. 12. Smyrnieae. Frucht ohne Nebenrippen, ungeschnäbelt, aufgedunsen: *Conium.*

III. Coelospermeae.

Unterfam. 13. Coriandreae. Frucht kugelig, Nebenrippen stärker hervortretend als die geschlängelten Hauptrippen: *Coriandrum.*

Chaerophyllum silvestre, *Carum* Carvi, *Heracleum* Sphondylium, *Aegopodium* Podagraria, *Pastinaca* sativa gehören zu den häufigsten Repräsentanten, auf Wiesen, in Gebüschen. Als Gemüsepflanzen werden kultivirt: *Apium* graveolens, Seleri, *Petroselinum* sativum, Petersilie, *Daucus* Carota, gelbe Rübe, *Pastinaca* oleracea, Pastinak, *Anthriscus* Cerefolium, Kerbel. Als Giftpflanzen verdienen Erwähnung *Conium* maculatum, Schierling, *Cicuta* virosa, Wasserschierling, *Aethusa* Cynapium, Hundspetersilie. Viele der unten aufgeführten offizinellen Früchte dienen als Gewürz.

Offizinell: Fructus Anisi, Anis, die Theilfrüchte von Pimpinella Anisum; F. Carvi, Kümmel, von Carum Carvi; F. Foeniculi, Fenchel, von Foeniculum capillaceum, F. Phellandrii, Wasserfenchel, von Oenanthe Phellandrium.

Radix Angelicae, die Wurzel von Archangelica officinalis; R. Levistici, von Levisticum officinale; R. Pimpinellae, von Pimpinella magna und P. Saxifraga; Rhizoma Imperatoriae, von Imperatoria Ostruthium, Meisterwurz (Alpen).

Herba Conii von Conium maculatum.

Gummiharze: Asa foetida von Ferula Scorodosma und F. Narthex; Galbanum von Ferula galbaniflua und F. rubricaulis (Peucedaneae, Orient).

Fam. 2. Araliaceae. Blüthen fünfzählig oder mit mehr Staubblättern, im Gynäceum mit weniger oder mehr Gliedern. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Sträucher, bisweilen kletternd, mit handförmigen, zerstreut gestellten Blättern.

Hedera Helix, Epheu, kommt nur in hohem Alter zur Blüthe; die Blüthendolden stehen an aufrechten (nicht kletternden) Zweigen, deren Blätter eiförmig, ungetheilt sind; die Früchte reifen während des Winters. — *Fatsia* papyrifera dient in Japan zur Papierbereitung, nebst F. japonica häufig in Zimmern kultivirt.

Digitized by Google

Fam. 3. Cornaceae. Blüthen vierzählig, mit dimerem, zweifächerigem Fruchtknoten, meist Steinfrucht; Sträucher mit meist decussirten, ungetheilten Blättern.

Cornus mas (blüht gelb vor der Belaubung, rothe längliche Steinfrucht), C. sanguinea, häufige Sträucher, C. stolonifera u. a. kultivirt. — *Aucuba* japonica aus Japan mit lederigen Blättern, diöcischen Blüthen und Beerenfrucht, in Zimmern häufig kultivirt.

Ordnung 18. Saxifraginae.

Blüthen meist aktinomorph, perigyn oder epigyn, bisweilen auch hypogyn, mit zwei oder nur dem episepalen Staubblattkreis, zuweilen polyandrisch, isomerem oder minderzähligem Gynäceum, apokarp oder synkarp mit Zwischenstufen, mit meist freien Griffeln.

Fam. 1. Crassulaceae. Blüthen mit wechselnden Zahlenverhältnissen (3—30gliedrig), hypo- oder perigyn, mit zwei (seltener nur einem) Staubblattkreisen, meist epipetalen Karpellen, apokarp, mit kleinen Schüppchen (Discus) hinter den Karpellen. Samenanlagen meist zahlreich, randständig. Balgfrucht. Same ohne Endosperm. Infloreszenzen meist cymös. Pflanzen mit fetten, fleischigen, ungetheilten, spiralig, oft zu Rosetten angeordneten Blättern.

Sedum mit meist fünfgliederigen Blüthen, S. acre, Mauerpfeffer, S. maximum u. a. nicht selten; *Sempervivum* mit mindestens sechsgliederigen Blüthen, S. tectorum, Hauswurz u. a. *Echeveria*, *Crassula* u. a. kultivirt.

Fam. 2. Saxifragaceae. Blüthen meist vier- oder fünfgliederig, peri- oder epigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen, meist minderzähligem, oft oberwärts apokarpem, Fruchtknoten. Same mit Endosperm.

Unterfam. 1. Saxifrageae. Blüthen perigyn oder epigyn, aktinomorph oder zygomorph, Kronenblätter mit deckender Knospenlage; zwei oder nur der episepale Staubblattkreis, meist 2 Karpelle, die oben apokarp sind. Meist cymöse Infloreszenzen racemös zusammengestellt. Frucht eine Kapsel.

— *Saxifraga*, Steinbrech, mit zweifächerigem halbuntersländigem Fruchtknoten, sonst fünfzähliger Blüthe, in zahlreichen Arten in den Alpen und Gebirgen, viele mit Kalksekretion am Blattrand; nur wenige Arten (S. tridactylites, granulata, decipiens) in der Ebene; S. sarmentosa, mit Ausläufern, in Zimmern häufig kultivirt. — *Bergenia* mit freiem Fruchtknoten (Fig. 267), B. bifolia, Zierpflanze (Sibirien). — *Chrysosplenium* mit vierzähliger Blüthe, ohne Krone, kleine Pflänzchen fast vom Ansehen einer Euphorbia an feuchten Plätzen.

Unterfam. 2. Parnassieae. Blüthe kurz perigyn, aktinomorph, die fünf epipetalen Staubblätter zu verzweigten drüsigen Staminodien umgebildet; Kronenblätter mit deckender Knospenlage; Fruchtknoten vierkammerig mit zahlreichen Samenanlagen, Frucht eine loculicide Kapsel.

Parnassia palustris, mit grundständiger Blattrosette, terminalen und seitlichen einblüthigen Schäften, denen ein Vorblatt angewachsen ist; stellenweise häufig an feuchten Orten.

Unterfam. 3. Hydrangeae. Blüthe epigyn, aktinomorph, mit zwei Staubblattkreisen. Blätter decussirt. Kronenblätter mit klappiger Knospenlage.

Hydrangea hortensis, Hortensie, bekannte Zierpflanze. Der Blüthenstand ist eine doldenähnlich abgeflachte Rispe, deren Randblüthen (bei kultivirten Formen auch

Digitized by Google

wohl alle) vierzählig sind, einen sehr vergrößerten Kelch und nur die episepalen Staubblätter besitzen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 4. Philadelpheae. Blüthe epigyn, aktinomorph, vier oder fünfzählig, mit zwei Staubblattkreisen oder sehr vielen Staubblättern. Kronenblätter mit verschiedener Knospenlage. Blätter decussirt. Frucht eine Kapsel.

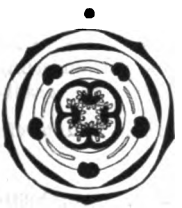


Fig. 266. Diagramm von Parnassia.

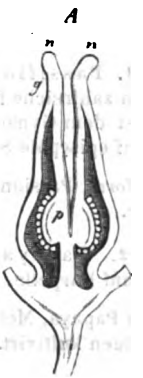


Fig. 267. Fruchtknoten von Bergenia im Längsschnitt; *g* Griffel, *n* Narben, *p* Placenta (vergr., nach *Sachs*).

Philadelphus coronarius u. a. Arten, sowie *Deutzia* crenata und gracilis häufige Ziersträucher.

Unterfam. 5. Ribesiaceae. Blüthen epigyn, aktinomorph, fünfzählig, mit nur episepalen Staubblättern, zwei Karpellen. Frucht eine Beere, Blätter zerstreut, handförmig gelappt; Sträucher. Blüthenstand eine einfache Traube.

Ribes, Johannisbeere, in mehreren Arten kultivirt und wild. R. rubrum mit rothen, R. nigrum mit schwarzen Früchten. R. Grossularia, Stachelbeere, und andere Arten mit Stacheln, die vorzugsweise unter den Blattinsertionen entspringen.

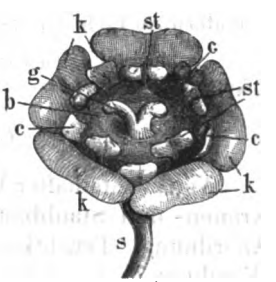


Fig. 268. Blüthe von Ribes (vergr.). *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *b* Discus, *g* Griffel.

Fam. 3. Hamamelideae. Blüthen häufig diklinisch, apetal, sonst den vorigen ähnlich.

Hamamelis virginica, Zierstrauch aus Nordamerika, dessen Blätter an die des Haselnußstrauchs erinnern.

Offizinell: Styrax liquidus von Liquidambar orientale im Orient.

Fam. 4. Plataneae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Die diklinischen Blüthen stehen zu Knäueln vereinigt, diese seitlich an hängenden Zweigen; die Blüthen haben Kelch und Krone, die männlichen wenige Staubblätter, die weiblichen sind perigyn mit wenigen getrennten Fruchtknoten, deren jeder eine hängende Samenanlage enthält. — Bäume mit zerstreut gestellten, handförmig gelappten Blättern und bleibenden tutenförmigen Nebenblättern.

Platanus occidentalis aus Nordamerika und P. orientalis aus dem Orient, häufig kultivirt. Auffallend ist ihre glatte, in Blättern sich ablösende Borke. Von den in der Blattgestalt ähnlichen Ahornen ist die Platane, abgesehen von den übrigen Merkmalen, an der zerstreuten Blattstellung sofort zu unterscheiden.

Digitized by Google

Ordnung 20. Passiflorinae.

Blüthen aktinomorph, epigyn, perigyn oder hypogyn, fünfzählig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen oder zahlreichen Staubblättern, meist trimerem, stets synkarpem Fruchtknoten, der meist einfächerig ist und die Samenanlagen an einer wandständigen Placenta trägt.

Fam. 1. Passifloraceae. Blüthen fünfzählig, perigyn; zwischen Krone und Androceum zahlreiche fädige und manschettenartige Anhängsel (Discus), das Androceum nebst dem Gynäceum auf einer säulenförmigen Achsenverlängerung emporgehoben; fünf episepale Staubblätter. Meist handförmige Blätter, Zweigranken.

Passiflora, Passionsblume, aus dem tropischen Amerika, in zahlreichen Arten, Zierpflanze.

Fam. 2. Papayaceae. Blüthen diklinisch, hypogyn. Staubblätter in zwei Kreisen; fünf Karpelle.

Carica Papaya, Melonenbaum, mit giftigem Milchsaft, in den Tropen der eßbaren Früchte wegen kultivirt.

Fam. 3. Begoniaceae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Blüthen diklinisch; die männlichen mit zwei dimeren corollinischen Perigonquirlen, zahlreichen in ein kugeliges Köpfchen gehäuften Staubblättern, die weiblichen epigyn mit fünf corollinischen Perigonblättern, dreifächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen, im Innenwinkel der Fächer entspringenden anatropen Samenanlagen. Frucht eine Kapsel. Blätter oft sehr groß, meist asymmetrisch. Blüthenstand cymös, die männlichen Blüthen am Ende der ersten Verzweigungen, die weiblichen am Ende der letzten.

Zahlreiche Arten von *Begonia* aus den Tropenregionen werden als Zierpflanzen kultivirt.

Ordnung 21. Opuntinae.

Von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüthen epigyn mit sehr zahlreichen Kronen- und Staubblättern, oft auch Kelchblättern, meist in spiraliger Anordnung. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig. Die Placenten an der Wandung.

Fam. 1. Cacteae. Blüthen spiralig gebaut mit zahlreichen Kelch-, Kronen- und Staubblättern ohne scharfe Grenze. Fruchtknoten einfächerig mit drei oder mehr an der Wand hinablaufenden Placenten, horizontalen Samenanlagen. Endosperm sehr wenig oder keines. Stämme von der verschiedensten Form, Blätter meist nur durch Stachelbüschel angedeutet. — Sämmtlich im tropischen Amerika einheimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Mamillaria mit kugeligem oder zylindrischem Stamm, an dem in spiraliger Anordnung stacheltragende Höcker die Blätter andeuten. — *Echinopsis* und *Echinocactus* mit vorspringenden Längskanten, auf denen die Stachelbüschel stehen. — *Cereus* mit kantigem, säulen- oder peitschenförmigem Stamm. — *Phyllocactus* und *Rhipsalis* mit flachgedrücktem blattähnlichem Stamm. — *Opuntia* und *Nopalea* mit plattem Stamm, der aus einzelnen eiförmigen Trieben sich aufbaut. Auf Nopalea coccinellifera lebt die Cochenille-Schildlaus.

Digitized by Google

Ordnung 22. Myrtiflorae.

Blüthen meist aktinomorph, epigyn, bisweilen perigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen, synkarpem, gefächertem Fruchtknoten und meist nur einem Griffel. Blattstellung häufig decussirt.

Fam. 1. Onagraceae. Blüthen meist durchgehends viergliederig, epigyn, mit gefächertem Fruchtknoten, zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Kelch häufig corollinisch, oft nach unten in eine gleichbeschaffene, in die Achse übergehende Röhre verlängert (Fig. 269 *A*, *r*).

Epilobium mit septifrager Kapsel, mit Haarschopf versehenen Samen, rosenrothen Blüthen, in vielen Arten (E. angustifolium, hirsutum, montanum) an feuchten Plätzen. — ***Oenothera***, Same ohne Haarschopf, mit großen gelben Blüthen, an Flußufern häufig, aus Nordamerika. — ***Ismardia***, Sumpfpflanze, ohne Krone. — ***Fuchsia***, mit Beerenfrucht in zahlreichen Arten und Varietäten kultivirt (aus Südamerika). — ***Circaea*** mit zweizähligen Blüthen, $K\,2\,C\,2\,A\,2\,G\,\overline{(2)}$, Schließfrucht, an feuchten Plätzen.

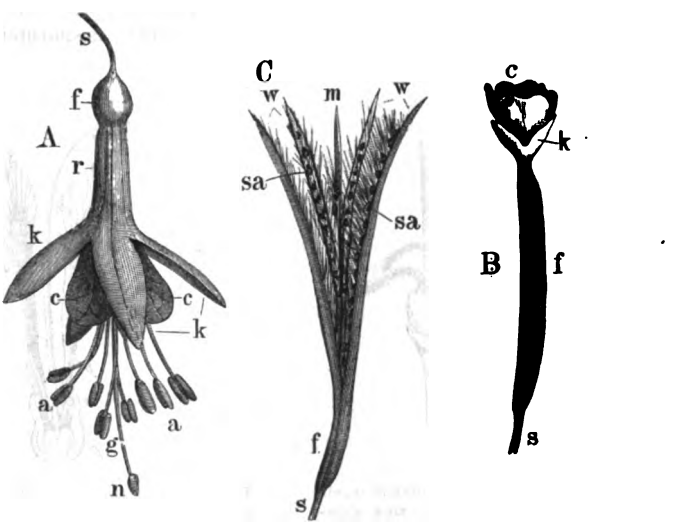


Fig. 269. *A* Blüthe von Fuchsia; *s* Blüthenstiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, unten in eine Röhre *r* verwachsen, *a* Staubblätter, *g* Griffel, *n* Narbe. *B* Blüthe von Epilobium hirsutum, Buchstaben wie in *A*; *C* Frucht von Epilobium aufgesprungen, *w* die Wandung, *m* die Mittelsäule, aus den Scheidewänden bestehend, *sa* die Samen, mit Haarbüscheln (nat. Gr.).

Trapa natans, Wassernuß. Der im Wasser flottirende Stengel trägt eine auf der Oberfläche schwimmende Rosette von Blättern; in deren Achseln einzeln die Blüthen stehen. Diese haben den Bau $K\,4\,C\,4\,A\,4\,G\,\underline{(2)}$, sind perigyn. Die Frucht ist eine einsamige Schließfrucht, die durch die vier Kelchblätter vierhörnig ist.

Fam. 2. Haloragideae. Blüthen epigyn, meist durchgehends vierzählig, mit zwei Staubblattkreisen, bisweilen ohne Krone oder epipetale Staubblätter. Same mit Endosperm.

Digitized by Google

Myriophyllum spicatum und verticillatum, Wasserpflanzen mit quirligen, fein zerschlitzten Blättern, die kleinen Blüthen in terminalen Trauben über das Wasser hervorragend.

Fam. 3. **Hippurideae.** **Blüthen sehr reduzirt, einzeln in der Achsel der quirlig gestellten ungetheilten Laubblätter; auf dem Fruchtknoten ist das Perigon durch einen gezähnelten Saum angedeutet, der noch ein vorne stehendes Staubblatt umschließt (Fig. 270). Der Fruchtknoten enthält nur eine anatrope hängende Samenanlage.**

Hippuris vulgaris, Tannenwedel, mit aufrecht aus dem Wasser hervorragendem Stengel.

Fam. 4. **Rhizophoraceae.** Bäume in den Tropen, »Mangroven«, mit Luftwurzeln; bei *Rhizophora* u. a. keimt der Same noch in der an der Pflanze hängenden Frucht und lässt die Keimpflanze zu Boden fallen.

Fam. 5. **Lythraceae.** **Blüthen mit 2 Staubblattkreisen, von 3—16 schwankender Gliederzahl der Blüthenkreise, perigyn; häufig ein aus verwachsenen Nebenblättern gebildeter Außenkelch. Same ohne Endosperm.**

Lythrum Salicaria, Weiderich, $K6\,C6\,K6 + 6\,G\underline{(2)}$; die Staubblätter der beiden Kreise ungleich lang und mit der Griffellänge kombinirt zu drei verschiedenen Formen der Blüthe. — *Cuphea* mit corollinischer, hinten gespornter Kelchröhre in mehreren Arten (Mexiko), Zierpflanze.

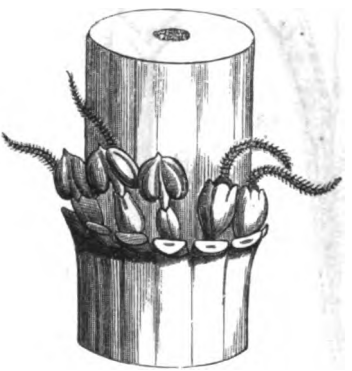


Fig. 270. Stück eines blüthentragenden Stengels von Hippuris vulgaris. Die Blätter sind abgeschnitten (nach *Sachs*).

Fig. 271. Längsschnitt der Blüthe von Calothamnus. *f* Fruchtknoten, *s* Kelch, *p* Krone, *st* verzweigte Staubblätter, *g* Griffel (nach *Sachs*).

Fam. 6. **Myrtaceae.** **Blüthen meist vier- oder fünfzählig mit meist zahlreichen, oder wenigeren verzweigten (Fig. 271) Staubblättern, epigyn. Same ohne Endosperm. Blätter meist decussirt, durch Ölbehälter durchsichtig punktirt.**

Unterfam. 1. **Myrteae.** Frucht eine Beere oder Steinfrucht; Staubblätter sehr zahlreich.

Myrtus communis, Myrthe, in Südeuropa, bei uns mit *Eugenia* u. a. Zierpflanze.

Unterfam. 2. **Leptospermeae.** Frucht eine Kapsel, die vom Scheitel her loculicid aufspringt. Staubblätter zahlreich oder in episepalen oder epipetalen (Fig. 271) Bündeln.

Digitized by Google

Callistemon, *Melaleuca*, *Metrosideros*, *Calothamnus* u. a. Zierpflanzen; *Eucalyptus* Globulus in Neuholland wird in warmen sumpfigen Gegenden angebaut, wo er durch rasches Wachsthum und Verdunstung den Boden entwässert.

Unterfam. 3. Lecythidae. Früchte groß, holzig, mit einem Deckel oder gar nicht aufspringend; Blätter zerstreut, ohne Ölbehälter.

Bertholletia excelsa, im tropischen Amerika, mit eßbaren Samen, den »Paranüssen«.

Unterfam. 4. Granateae. Frucht apfelähnlich, Blätter decussirt, ohne Ölbehälter.

Punica Granatum in Südeuropa, Granatapfel; Blüthe 5—8 gliederig, die Kelchröhre corollinisch; Staubblätter sehr zahlreich. Im Fruchtknoten zwei Kreise von Fächern, ein äußerer höher stehender, mit der Krone gleichzählig und ihr superponirt, und ein innerer tieferer, dreizähliger.

Offizinell: Caryophylli, Gewürznelken, die Blüthenknospen (Fig. 272) von Eugenia caryophyllata (Ostindien); Oleum Cajeputi von Melaleuca Leucadendron und M. minor (Ostindien); Cortex Granati, die Stamm- und Wurzelrinde von Punica Granatum (Südeuropa).

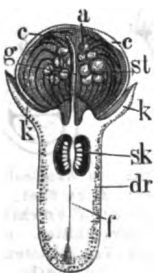


Fig. 272. Blüthenknospe von Eugenia caryophyllata, Gewürznelke, der Länge nach durchschnitten; *f* der unterständige Fruchtknoten mit den Ölbehältern *dr*, den Samenanlagen *sk*; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *g* Griffel (etwas vergr.).

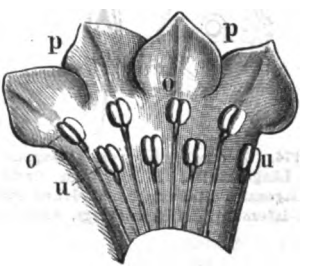


Fig. 273. Perigon der Blüthe von Daphne Mezereum ausgebreitet (5mal vergr.), *o* die vier oberen, *u* die vier unteren Staubblätter, mit dem Kelch verwachsen.

Ordnung 23. Thymelaeinae.

Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig, perigyn; Krone meist unterdrückt; Staubblätter typisch in zwei Kreisen; Fruchtknoten monomer, mit einer anatropen Samenanlage.

Fam. 1. Thymelaeaceae. Blüthen zwitterig. Kelch corollinisch, mit vierlappigem Saum, die Krone bei ausländischen Gattungen in Form kleiner Schüppchen entwickelt. Die vier episepalen Staubblätter meist höher hinauf der Kelchröhre angewachsen, als die epipetalen (Fig. 273). Samenanlage hängend; Frucht eine Beere.

Daphne Mezereum, Seidelbast, häufig in Wäldern. Die meist dreiblüthigen Blüthenstände stehen in den Achseln der vorjährigen Laubblätter und entfalten ihre Blüthen vor den Laubblättern des gleichen Jahres.

Fam. 2. Elaeagneae. Blüthen diklinisch oder polygam, vier- oder zweigliedrig; die Krone fehlt völlig. Die episepalen Staubblätter fehlen bisweilen (Fig. 274 *B*). Ein Discus (Fig. 274 *A*, *d*) verschließt häufig die

Digitized by Google

Kelchröhre. Frucht eine Achene, vom Kelch umschlossen. Samenanlage grundständig. Die Blätter sind besonders unterseits mit schuppenförmigen Haargebilden versehen.

Hippophaë rhamnoides, Sanddorn, an Flußufern stellenweise häufiger Strauch; die kleineren Zweige endigen meist in einen Dorn; Blüthen diöcisch, zweigliederig; Kelch zur Zeit der Fruchtreife fleischig, orangefarbig. — *Elaeagnus* mit viergliederigen polygamen Blüthen (Fig. 274) öfters kultivirt.

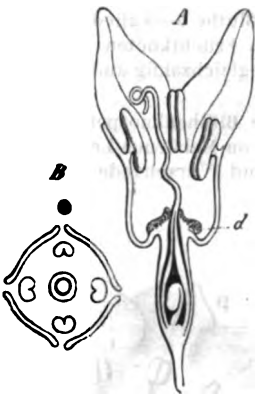


Fig. 274. Zwitterblüthe von Elaeagnus fusca, *A* im Längsschnitt, *B* Diagramm (irrthümlich mit diagonaler Stellung des Kelches statt median-lateraler), *d* Discus (vergr. nach *Sachs*).

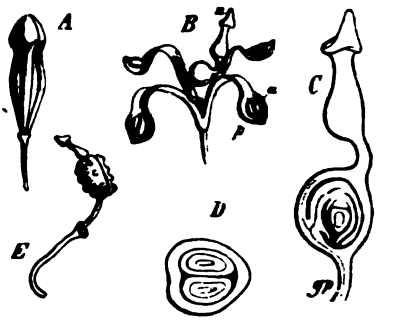


Fig. 275. Blüthe von Manglesia glabrata; *A* vor dem Aufblühen; *B* geöffnet, *p* Perigonzipfel, *a* Anthere, *n* Narbe; *C* Fruchtknoten, unten der Länge nach durchschnitten. *gp* Gynophorum. *D* Querschnitt des Fruchtknotens. *E* reife Frucht (nach *Sachs*).

Fam. 3. Proteaceae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Blüthen zwitterig. Die sehr kurzen Staubblätter sind den vier Perigonzipfeln superponirt und angewachsen (Fig. 275 *B*); beim Aufblühen spaltet sich die Röhre des Perigons oft noch tiefer hinab in vier Theile. Der Fruchtknoten wird meist von einer besonderen Achsenverlängerung getragen (Fig. 275 *C*, *gp*).

Protea, *Grevillea*, *Manglesia* u. a. meist in Südafrika und Australien.

Ordnung 24. Rosiflorae.

Blüthen fast immer aktinomorph, perigyn oder epigyn, mit meist fünfgliederigem Kelch und ebensolcher alternirender Krone; Staubblätter selten der Krone gleichzählig oder weniger, meist in vielfacher Anzahl in mehreren Quirlen. Gynäceum häufig apokarp. Samenanlagen anatrop, hängend oder aufrecht. Same ohne Endosperm. Blätter meist zerstreut gestellt, mit Nebenblättern.

Fam. 1. Rosaceae. Blüthen perigyn; die Fruchtknoten monomer, nie mit der sie rings umgebenden Achse verwachsen, wenn letztere auch häufig sich an der Bildung einer Scheinfrucht betheiligt.

Unterfam. 1. Spiraeaceae. Die Fruchtknoten mit je zwei oder mehr meist hängenden Samenanlagen, stehen in wechselnder Zahl am Grunde der flachen offenen Achse, werden meist zu Balgfrüchten; der Kelch bleibt bis zur Fruchtreife erhalten.

Digitized by Google

Ulmaria pentapetala, *Aruncus* silvester, bei uns einheimische Stauden; zahlreiche Arten von *Spiraea* (Sp. ulmifolia, sorbifolia, opulifolia u. a.) als Ziersträucher, ebenso *Kerria* japonica und *Rhodotypus* (mit Steinfrüchtchen) aus Japan.

Unterfam. 2. Amygdaleae. Ein einziger Fruchtknoten mit zwei hängenden Samenanlagen im Grunde der Achsenhöhlung (Fig. 276 u. 277 *A*); diese fällt sammt dem Kelch bei der Fruchtreife ab. Staubblätter meist in 3 zehn- oder fünfzähligen Kreisen. Frucht eine Steinfrucht (s. Fig. 194) mit gewöhnlich nur einem Samen.

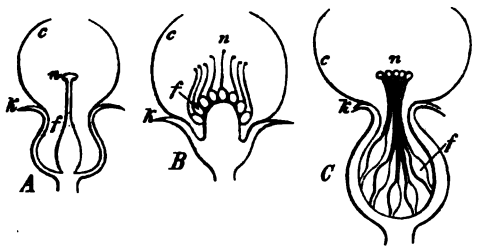


Fig. 276. Schema der Blüthen von *A* Amygdaleen, *B* Dryadeen, *C* Roseen. *k* Kelch, *c* Krone, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe.

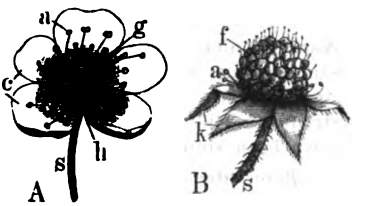


Fig. 277. *A* Blüthe der Kirsche; *s* Blüthenstiel, *c* Krone, *a* Staubblätter, *g* Griffel vorragend aus der Höhlung der Achse *h*. — *B* Frucht der Brombeere, Rubus fruticosus; *k* Kelch, *f* die fleischigen Fruchtknoten.

Alle bei uns vorkommenden und kultivirten Arten können in die Gattung *Prunus* vereinigt werden. P. Amygdalus (*Amygdalus* communis), Mandelbaum, in Südeuropa, mit gefurchter Steinschale und wenig saftigem Mesokarp; P. Persica, Pfirsichbaum, mit saftigem Mesokarp; P. Armeniaca, Aprikose; P. domestica, Zwetschge, mit eiförmiger Frucht, kahlen Zweigen; P. insititia, Pflaume, mit rundlicher Frucht, behaarten Zweigen; P. Cerasus, Weichsel, mit Laubblättern an der Basis des doldigen Blüthenstands; P. avium, Süßkirsche, nur mit Niederblättern an den Blüthenständen; P. Padus, Traubenkirsche, mit verlängerter Blüthentraube; P. Mahaleb, türkische Weichsel, mit wohlriechender Rinde; P. Laurocerasus, Kirschlorbeer, mit immergrünen, dem Lorbeer entfernt ähnelnden Blättern.

Unterfam. 3. Dryadeae. Die zahlreichen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage stehen meist auf einer aus der Achsenhöhlung hervorwachsenden Erhebung der Achse (Fig. 276 *B*, 277 *B*). Der Kelch wird meist von einem Außenkelch, bestehend (wie auch bei folgender Unterfamilie) aus den verwachsenen Nebenblättern der Kelchblätter, umgeben. Die Staubblätter meist zahlreich, mit komplizirter Alternation der Quirle, die bald mit der Krone gleichzählig, bald doppelzählig sind. Durch die quirlige Anordnung der Staubblätter, sowie durch die Achsenverbreiterung unterscheiden sich die Blüthen von den äußerlich ähnlichen der Ranunculaceen, deren Staubblätter aber spiralig angeordnet sind und bei denen die Kelchblätter bis zum Blüthenstiel frei von einander sind, während sie hier in eine Röhre verwachsen sind.

Potentilla mit trockenen Früchten und trockenem Blüthenboden, in zahlreichen Arten, P. reptans, anserina, verna, Tormentilla u. a. häufig; bei mehreren gewöhnlich als Gattung *Fragaria*, Erdbeere, abgetrennten Arten wird der die Früchtchen tragende Blüthenboden fleischig und schließt die harten Früchtchen ein; F. moschata, vesca in Wäldern; F. virginiana und andere nordamerikanische Arten in Gärten kultivirt. — *Geum* mit hakenförmig geknieeten Griffeln, G. urbanum, rivale nicht selten. — *Dryas* octopetala, niederliegender Strauch der Alpen mit geschwänzten Früchten (ähnlich wie Clematis Vitalba). — *Rubus* ohne Außenkelch; die einzelnen Früchtchen werden bei der Reife saftig; R. Idaeus, Himbeere, deren zu einer Scheinbeere verwachsene Früchtchen sich vom vertrocknenden Blüthenboden völlig loslösen; bei R. caesius,

Digitized by Google

fruticosus und vielen anderen, letzterem ähnlichen Arten, Brombeere, löst sich der obere Theil des Blüthenbodens sammt den Früchtchen ab.

Unterfam. 4. Sanguisorbeae. Ein oder wenige Fruchtknoten mit je einer hängenden Samenanlage im Grunde der oben verengerten Achsenhöhlung, welche bei der Reife erhärtet.

Alchemilla mit viergliederiger Blüthe ohne Krone, nur vier (oder weniger) mit den Kelchblättern alternirenden Staubblättern; Außenkelch; A. vulgaris, arvensis häufig. — *Sanguisorba*, ohne Krone, mit episepalen Staubblättern, ohne Außenkelch; S. officinalis auf Wiesen häufig. — *Agrimonia* mit fünfzähliger Blüthe, zahlreichen Staubblättern, mit Krone; die Achse ist außen mit zahlreichen Borsten besetzt.

Unterfam. 5. Roseae. Zahlreiche Fruchtknoten am Grunde und an der Wandung der oben verengten Achsenhöhlung (Fig. 276 *C*), mit je einer hängenden Samenanlage, werden bei der Reife zu harten Nüßchen, die in der fleischigen Achse eingeschlossen sind; letztere trägt im Reifezustand häufig noch die Kelchblätter. Sträucher mit cymös gefiederten Blättern, deren Nebenblätter dem Blattstiel angewachsen sind.

Rosa, die Rose, in zahlreichen bei uns einheimischen (R. arvensis, canina, rubiginosa, gallica u. a.) und kultivirten Arten (R. centifolia, damascena, indica, rubifolia u. a.).

Offizinell: Amygdalae amarae, bittere Mandeln, die Samen von Prunus Amygdalus var. amara; Amygdalae dulces, süße Mandeln, von Prunus Amygdalus var. dulcis; Rhizoma Tormentillae von Potentilla Tormentilla; Flores Kosso, die Blüthenstände von Hagenia abyssinica (= Brayera anthelminthica) in Abyssinien; Flores Rosae von Rosa centifolia.

Fam. 2. Pomaceae. Der Fruchtknoten ist unterständig, indem die einzelnen Fruchtknoten mit der sie umgebenden Achse und unter sich verwachsen sind. Die Frucht ist oben von den Kelchblättern gekrönt. Die Wandungen der die Samen umschließenden Fächer des Fruchtknotens, entsprechend den einzelnen Früchtchen der vorigen Familie, sind entweder dünn, wie bei dem gewöhnlichen Apfel; die Frucht wird dann als Kernapfel bezeichnet; oder aber sie sind stark sklerenchymatisch und erscheinen als Steinkerne (Steinapfel). — Staubblätter zahlreich in komplizirter Alternation der Quirle; kein Außenkelch. Holzpflanzen mit abfallenden Nebenblättern.

I. Mit Steinapfel:

Bei *Cotoneaster* ragen die Steinkerne oben frei vor; bei *Crataegus*, Weißdorn, sind sie völlig eingesenkt; C. Oxyacantha und C. monogyna häufig, andere Arten aus dem Orient und Nordamerika kultivirt; ähnlich *Mespilus*, Mispel, mit großer kreiselförmiger Frucht, die von den fünf großen Kelchblättern gekrönt ist. —

II. Mit Kernapfel:

Cydonia, Quitte, mit zahlreichen Samen an der Naht jedes Karpells; deren Außenschicht verschleimt. — *Pirus* mit zwei grundständigen Samen; P. communis u. a. Arten Birnbaum mit ungenabelter Frucht, im Querschnitt außen abgerundeten Kernhausfächern; P. Malus u. a., Apfelbaum, mit an der Basis genabelter Frucht, deren Kernhausfächer im Querschnitt außen spitz sind. Ähnlich *Sorbus*, wohin S. aucuparia, Vogelbeerbaum, S. Aria, torminalis u. a. — *Amelanchier*, Felsenbirne, mit nur je einer Samenanlage im Fruchtfach.

Digitized by Google

Ordnung 25. Leguminosae.

Blüthen meist median zygomorph, hypo- oder perigyn, mit Kelch und Krone, fünfzählig. Staubblätter zehn oder mehr. Fruchtknoten aus einem einzigen vorne stehenden Karpell gebildet, das die Samenanlagen an der Bauchnaht trägt, wird zu einer Hülse. Blüthen stets seitlich. Blätter fast immer zusammengesetzt.

Fam. 1. Papilionaceae. Blüthen schmetterlingsförmig, d. h. median zygomorph mit folgender Ausbildung. Kelch fünfzählig, mit einem Blatt nach vorne, meist noch über die Insertion von Krone und Androceum hinaus zu einer Röhre verwachsen, deren fünf Zähne oft von ungleicher Größe sind, zuweilen zwei Lippen, eine zweizähnige Ober- und eine dreizähnige Unterlippe bilden. Fünf Kronenblätter alterniren mit den Kelchblättern, decken einander in absteigender Ordnung, d. h. die vorderen werden von den nächsthinteren gedeckt. Das hintere größte wird Fahne (Vexillum) genannt (Fig. 278 *fa*); die zwei seitlichen, die Flügel (Alae), sind kleiner (Fig. 278 *fl*); die zwei vorderen sind zu einem hohlen kahnförmigen Gebilde, dem Schiffchen (Carina, Fig. 278 *s*), verwachsen oder seltener bloß in ähnlicher Form an einander gelegt. Nur selten ist die Krone theilweise (bei Amorpha nur die Fahne vorhanden) oder ganz unterdrückt. Die zehn Staubblätter (episepal und epipetal) sind entweder alle zu einer Röhre verwachsen oder das hintere Staubblatt frei, die Röhre der neun übrigen folglich oben geschlitzt, nur selten sämmtlich frei. Sie krümmen sich meist nach aufwärts und nehmen auch nach rückwärts an Länge ab. Der Fruchtknoten, von der Staubblattröhre eingeschlossen, besteht nur aus einem vorne stehenden Fruchtblatt, ist jedoch manchmal durch eine falsche Längsscheidewand in zwei Längsfächer, oder durch Querwände in einzelne Kammern getheilt. Frucht meist eine Hülse (s. Fig. 192 *A*), seltener eine einsamige Schließfrucht. — Die Blüthen stehen einzeln axillär oder in racemösen, häufig einseitigen, dorsiventralen Infloreszenzen. Die Blätter sind nur selten ganz, meist handförmig oder fiederförmig zusammengesetzt, mit oft stark entwickelten Nebenblättern (s. Fig. 15 *C*).

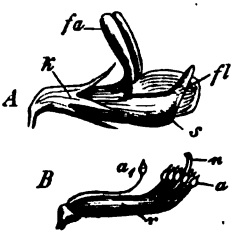


Fig. 278. Blüthe von Lotus corniculatus, etwas vergr. *A* nach Wegnahme des zugewendeten Flügels, *k* Kelch, *fa* Fahne, *fl* Flügel, *s* Schiffchen, *B* nach Wegnahme der Krone, *r* Staubblätterröhre, a_1 das freie Staubblatt; *a* Antheren, *n* Narbe.

Unterfam. 1. Loteae. Hülse einfächerig oder der Länge nach zweifächerig, meist aufspringend, mehrsamig. Cotyledonen bei der Keimung oberirdisch blattartig.

a) Sämmtliche zehn Staubblätter in eine Röhre verwachsen:

Genista und *Cytisus* in mehreren Arten; erstere mit einfachen Blättern; G. germanica mit Dornen, G. tinctoria; letzterer mit meist dreizähligen Blättern; C. Laburnum, Bohnenbaum, verbreiteter Zierstrauch; C. (*Sarothamnus*) scoparius, Besenpfrieme, mit kopfförmiger Narbe, in sandigen Gegenden. — *Lupinus* mit schwammigen Querwänden in der Hülse, L. luteus als Futterpflanze gebaut. — *Ononis* repens und spinosa, *Anthyllis* Vulneraria, Wundklee, häufig auf Wiesen.

Digitized by Google

b) Das hintere Staubblatt ganz oder wenigstens zur Hälfte frei:

Trifolium, Klee; Staubblätter theilweise mit der Krone verwachsen, diese umhüllt verwelkt noch die kleine Hülse; Blüthen in Köpfchen. T. pratense, rother Klee, T. repens, hybridum häufig auf Wiesen, T. incarnatum aus dem Orient, als Futterpflanze gebaut. — *Lotus* corniculatus, Hornklee, mit geschnäbeltem Schiffchen, spiralig gedrehten Hülsenklappen, gemein auf Wiesen. — *Medicago*, Schneckenklee, mit meist spiralig gedrehter Hülse, abfallender Krone; M. falcata, lupulina gemein; M. sativa, Luzerne, gebaut. — *Melilotus*, Steinklee, mit kugeliger Hülse, M. alba, officinalis, an Flußufern u. dgl. häufig. — *Trigonella*. — *Indigofera* tinctoria, in Ostindien, liefert Indigo. — *Glycyrrhiza*, Süßholz. — *Colutea*, Blasenstrauch, mit blasig aufgetriebener Frucht, nebst Arten von *Caragana* als Zierstrauch kultivirt. — *Robinia* Pseudacacia, fälschlich Akazie genannt, aus Nordamerika stammend, aber bei uns völlig eingebürgert. — *Amorpha* fruticosa, häufiger Zierstrauch aus Nordamerika. — *Astragalus*, mit längsgefächerter Hülse, besonders im Orient in vielen Arten.

Unterfam. 2. Hedysareae. Hülse quergefächert, meist in Glieder zerfallend. Cotyledonen oberirdisch, blattartig. — *Coronilla*, häufig auf Wiesen; *Onobrychis* sativa, Esparsette, auch als Futterpflanze gebaut. — *Arachis* hypogaea, Erdmandel, im tropischen Amerika, reift die Früchte unter der Erde.

Unterfam. 3. Vicieae. Hülse einfächerig; Cotyledonen unterirdisch bleibend. hinteres Staubblatt frei; Blätter meist mit Ranken. — *Vicia* sativa, Futterwicke, und V. Faba, Saubohne, kultivirt, andere Arten bei uns häufig wild. — *Pisum* sativum und arvense, Erbse, als Futter- und Gemüsepflanzen gebaut. — *Ervum* Lens, Linse, aus Südeuropa. — *Lathyrus* und *Orobus*, in mehreren Arten in Wäldern, L. odoratus u. a. Zierpflanzen.

Unterfam. 4. Phaseoleae. Hülse einfächerig; Cotyledonen meist oberirdisch, aber dick, nicht blattartig; Blätter meist unpaarig (häufig dreizählig) gefiedert. — *Phaseolus* vulgaris und multiflorus, Bohne, als Gemüsepflanze kultivirt. — *Wistaria* chinensis, Schlinggewächs, häufige Zierpflanze. — *Physostigma*, Calabarbohne.

Unterfam. 5. Dalbergieae. Hülse nicht aufspringend, Cotyledonen fleischig. — *Pterocarpus*. — *Dipterix* odorata, Tonkabohne in Südamerika, enthält im Samen Cumarin.

Unterfam. 6. Sophoreae. Staubblätter sämmtlich frei. *Sophora* japonica, *Cladrastis* lutea, Zierbäume. — *Myroxylon*.

Offizinell: Herba Meliloti von Melilotus officinalis und M. altissima; Semen Foeni graeci von Trigonella Foenum graecum (Südeuropa); Physostigmin aus den Bohnen von Physostigma venenatum (Afrika); Radix Liquiritiae von Glycyrrhiza glabra (Südeuropa); Radix Ononidis von Ononis spinosa; Tragacantha, Traganthgummi von Astragalus verus, A. gummifer u. a. Arten (Orient); Balsamum peruvianum von Toluifera Pereirae (Südamerika); Chrysarobin, Sekret des Stammes von Andira Araroba (Südamerika).

Fam. 2. Caesalpiniaceae. Blüthen zygomorph, aber nicht schmetterlingsförmig, mit aufsteigender Deckung der Krone oder aktinomorph. Staubblätter zehn oder weniger, frei oder verwachsen. Die Hülse häufig durch Querwände gegliedert, nicht aufspringend. Blüthen in Rispen oder Trauben.

Gleditschia triacanthos u. a. Arten, Zierbäume mit starken Dornen; *Cercis* Siliquastrum, Judasbaum, Zierstrauch mit rundlichen Blättern. *Ceratonia* Siliqua, Johannisbrodbaum, in Südeuropa. — Von *Caesalpinia* brasiliensis stammt das Fernambuc-Holz, von *Haematoxylon* campechianum (Antillen) das Blauholz.

Offizinell: Folia Sennae von Cassia angustifolia und C. acutifolia (Nordafrika); Pulpa Tamarindorum, das Fruchtfleisch von Tamarindus indica (Tropen); Balsamum Copaivae von Copaifera officinalis und C. guianensis (trop. Amerika). — Radix Ratanhiae von Krameria triandra (Peru).

Digitized by Google

Fam. 3. Mimoseae. Blüthen aktinomorph mit klappiger Knospenlage der Krone. Staubblätter zehn, selten weniger, oder sehr zahlreich, meist frei, gewöhnlich viel länger als das Perigon. Hülse bisweilen durch Querwände gegliedert. Die Blüthen sind stets Ähren oder Köpfchen.

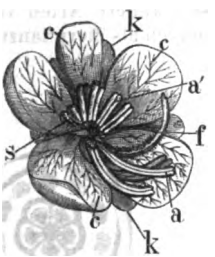


Fig. 279. Blüthe einer Cassia (wenig vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter, *a'* die mittleren kürzeren Staubblätter, *f* der Fruchtknoten.

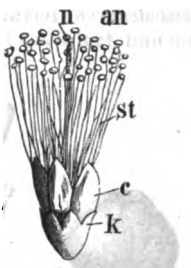


Fig. 280. Blüthe einer Acacia (vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter mit den Antheren *an*; *n* Narbe.

Mimosa pudica, Sinnpflanze, mit reizbaren Blättern. — *Acacia*, mit zahlreichen Arten in Afrika, Asien, Neuholland; einige der letzteren besitzen Blätter, die nur auf einen in Richtung der Mediane verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reduzirt sind.

Offizinell: Gummi arabicum von Acacia Senegal u. a. im tropischen Afrika.

IV. Unterklasse. Sympetalae.

Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblätterig, nur selten unterdrückt.

A. Isocarpeae.

Fast immer ebensoviel Karpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig.

Ordnung 26. Bicornes.

Blüthen vier- oder fünfzählig. Staubblätter meist in zwei Kreisen; die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt. *Kn C (n) An + n | G (n)*, wobei $n = 4$ oder 5. Fruchtknoten ober- oder unterständig, mehrfächerig, mit großen gegen die Höhlung zurückgebogenen Placenten. Same mit Endosperm. Antheren oft mit Anhängseln.

Fam. 1. Ericaceae. Fruchtknoten oberständig; meist beide Staubblattkreise vorhanden.

Unterfam. 1. Ericeae. Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze sich öffnend (Fig. 281 *A*), mit Anhängseln versehen. Frucht eine meist loculicide Kapsel oder fleischig.

Erica, mit vierzähniger Krone, loculicider Kapsel, E. carnea, cinerea, Tetralix und andere Arten, *Calluna* (mit vierspaltiger Krone, septifrager Kapsel) vulgaris,

Digitized by Google

Haidekraut, häufig auf Haiden, Mooren. — *Arctostaphylos* Uva ursi, mit Steinfrucht. — *Arbutus* Unedo, Baum in Südeuropa.

Offizinell: Folia Uvae ursi von Arctostaphylos Uva ursi.

Unterfam. 2. Rhodoraceae. Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze aufspringend, ohne Anhängsel. Frucht eine septicide Kapsel.

Rhododendron ferrugineum, hirsutum, Alpenrose; andere Arten von Rhododendron und *Azalea* aus Indien und den pontischen Gegenden als Zierpflanzen kultivirt.

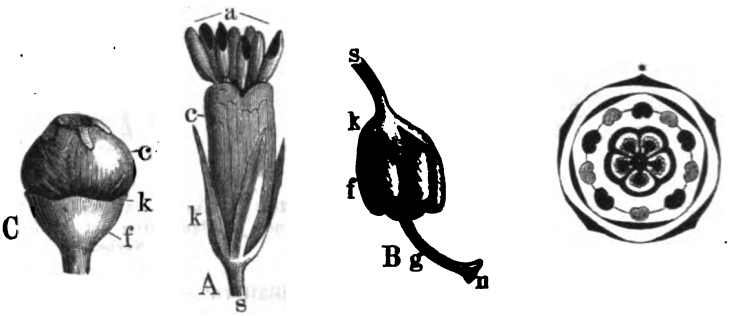


Fig. 281. *A* Blüthe von Erica, *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *a* Antheren; *B* Frucht von Pirola rotundifolia; *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *f* Frucht, deren Fächer mit den Kelchzipfeln alterniren, *g* Griffel, *n* Narbe, *C* Blüthe von Vaccinium Myrtillus, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone. — Diagramm einer fünfzähligen Ericaceenblüthe; der epipetale Staubblattkreis schraffirt, weil nach abwärts verschoben.

Unterfam. 3. Pirolaceae. Kronenblätter gewöhnlich nur ganz an der Basis verwachsen. Antheren meist mit Poren oder einer Querspalte aufspringend, ohne Anhängsel. Frucht eine loculicide Kapsel. Same sehr klein mit winzigem, wenigzelligem Embryo und verhältnismäßig großem Integument. Chlorophyllhaltige Humusbewohner.

Pirola rotundifolia, secunda, häufig in Wäldern, P. umbellata, uniflora, seltener.

Unterfam. 4. Monotropeae. Chlorophyllfreie Humusbewohner mit schuppenförmigen Blättern, sonst den vorigen gleich.

Monotropa Hypopitys, in Wäldern nicht selten.

Fam. 2. Epacrideae. Der epipetale Staubblattkreis fehlt meist; Antheren mit nur einer Spalte aufspringend, Fruchtknoten oberständig. Australien.

Fam. 3. Vaccinieae. Fruchtknoten unterständig (Fig. 284 *C*). Antheren mit Anhängseln (s. Fig. 170 *B* auf S. 206), meist mit zwei Poren sich öffnend. Frucht eine Beere.

Vaccinium Vitis idaea, Preißelbeere, mit immergrünen Blättern, gewöhnlich zweimal im Jahre blühend und fruchttragend. V. Myrtillus, Heidel- oder Thaubeere, mit krautigen, im Herbste abfallenden Blättern. V. Oxycoccos und V. uliginosum, kleine Sträucher, in Wäldern und Mooren häufig.

Ordnung 27. Primulinae.

Blüthen aktinomorph, meist pentamer. $K(5)\,C(5)\,A10 + 5\,G\underline{(5)}$. Staubblätter der Kronenröhre eingefügt und deren Lappen superponirt. Fruchtknoten oberständig, aus fünf vor den Kelchtheilen stehenden Karpellen verwachsen, einfächerig, mit zentraler freier Placenta oder einer zentralen Samenanlage.

Digitized by Google

Fam. 1. Primulaceae. Ein ungetheilter Griffel auf dem Fruchtknoten, Samen zahlreich auf einer in der Mitte der Fruchtknotenhöhlung sich erhebenden Placenta (s. Fig. 178 *G*). — Die Krone ist röhrig verwachsen und geht in einen fünflappigen Saum aus, fehlt nur bei Glaux; die Staubbeutel (Fig. 282 *a*) sind der Kronenröhre angewachsen und deren Lappen superponirt; man erklärt diese Stellung der Staubblätter dadurch, daß der episepale Kreis von Staubblättern, der bei der vorigen Ordnung vorhanden ist, fehlschlägt. Frucht eine Kapsel. — Krautartige Pflanzen mit meist ansehnlichen Blüthen.

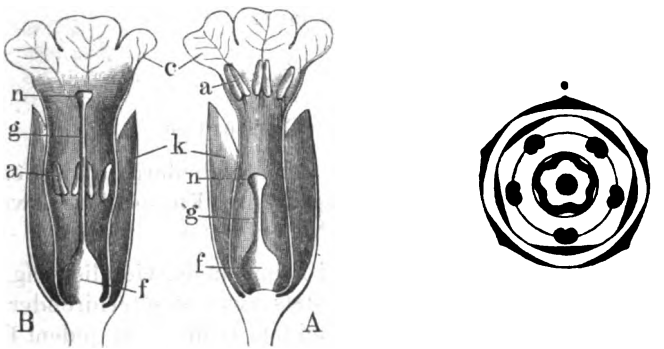


Fig. 282. Blüthen von Primula elatior im Längsschnitt (vergr.). *A* der kurzgriffeligen, *B* der langgriffeligen Form; *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubbeutel, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe. — Diagramm der Primulaceenblüthen.

Primula, mit fünfzähnig aufspringender Kapsel, fünfspaltigem Kelch; P. elatior, officinalis u. a., Schlüsselblume; bemerkenswerth ist die Heterostylie, d. h. die Eigenthümlichkeit, daß bei den einen Exemplaren der Griffel so lang ist wie die Kronenröhre, und die Staubbeutel auf halber Höhe sitzen (Fig. 282 *B*), während bei anderen Exemplaren (Fig. 282 *A*) der Griffel nur halb so lang ist, und die Antheren am oberen Rande der Röhre sitzen. Fruchtbare Wirkung hat nur der Pollen aus Antheren, welche auf gleicher Höhe mit der Narbe der bestäubten Blüthe stehen. — *Anagallis*, mit quer aufspringender Kapsel; A. arvensis, auf Äckern. — *Cyclamen* europaeum, mit unterirdischer Knolle, zurückgeschlagenen Kronenzipfeln. — *Lysimachia*, mit fünftheiligem Kelch. — *Trientalis*, mit meist siebenzähliger Blüthe.

Fam. 2. Myrsineae. Von vorigen nur durch die Beerenfrucht und den holzigen Stamm verschieden. *Ardisia* mit rothen Beeren, Zierpflanze.

Fam. 3. Plumbagineae. Fünf Griffel auf dem Fruchtknoten. Nur eine auf dem Grunde der Fruchtknotenhöhlung stehende Samenanlage. Blüthen häufig klein in dichten Infloreszenzen mit zahlreichen Brakteen.

Armeria, die Blüthen in Köpfchen, die von einer aus den untersten Deckblättern gebildeten Hülle umgeben werden; A. vulgaris, hier und da auf Sandboden. — *Statice*, mit einseitswendigen Ähren, am Seestrande. — *Plumbago*, in Südeuropa und Indien.

Ordnung 28. Diospyrinae.

Blüthen aktinomorph, vier- bis achtzählig, oft $K4\ C(4)\ A4 + 4\ G\underline{(4)}$; äußere Staubblätter bisweilen unterdrückt. Die Fruchtblätter den Kelchblättern superponirt. Fruchtknoten mehrfächerig mit wandständigen Samenanlagen. Frucht meist fleischig.

Digitized by Google

Fam. 1. Sapoteae. Tropische Bäume mit Milchsaft.
Offizinell: Guttapercha von *Dichopsis* Gutta in Ostindien.

Fam. 2. Ebenaceae. Bäume; Blüthen meist diklinisch.
Diospyros Ebenum in Ostindien liefert Ebenholz.

Fam. 3. Styraceae. Blüthen perigyn oder epigyn. Bäume.
Offizinell: Benzoe, Harz von *Styrax* Benzoin in Ostindien.

B. Anisocarpeae.

Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Karpelle.

1. Hypogynae.

Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 29. Contortae.

Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfgliederig, bisweilen nur zwei Staubblätter; Krone mit meist rechtsgedrehter Knospenlage; zwei Fruchtblätter; Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter.

Fam. 1. Oleaceae. Kelch und Krone meist viergliederig, zuweilen fehlend. Staubblätter und Karpelle stets zwei, in alternirender Stellung; Fruchtnoten zweifächerig mit ungetheiltem Griffel, in jedem Fach zwei hängende oder aufrechte anatrope Samenanlagen. Frucht eine Kapsel oder Beere oder Steinfrucht. Stamm holzig, Blätter fast stets decussirt.

Ligustrum, mit Beerenfrucht; L. vulgare, Hartriegel, sehr verbreiteter Strauch; *Olea*, mit Steinfrucht; O. europaea, Ölbaum, im Orient und in Südeuropa. Das im weichen Perikarp enthaltene Öl wird durch Auspressen gewonnen, in verschiedenen Sorten, als Baumöl, Olivenöl, Provenceröl u. s. w. — *Fraxinus*, Esche, mit geflügelter Schließfrucht: bei F. excelsior u. a. fehlt das Perigon (Fig. 283 *B*). Blüthen polygam;

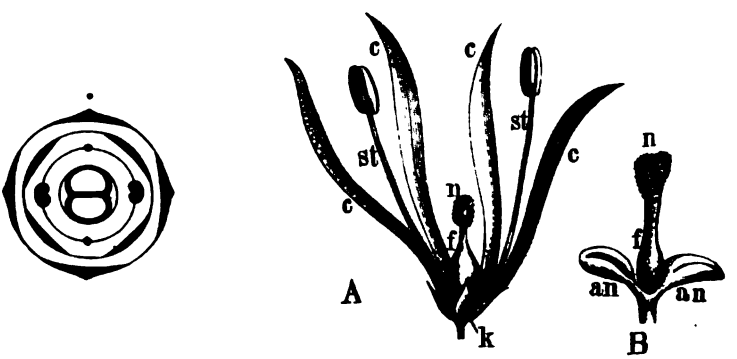


Fig. 283. *A* Blüthe von Fraxinus Ornus (vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe; *B* Zwitterblüthe von Fraxinus excelsior, *an* Antheren, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (vergr.). — Diagramm der Oleaceenblüthe.

bei F. Ornus, Mannaesche in Südeuropa, ist das Perigon vollständig, die Krone bis zum Grunde getheilt (Fig. 283 *A*). — *Syringa*, mit zweiklappiger Kapsel, vierlappigem Saume der Krone; S. vulgaris und S. chinensis, Flieder, Holler, Ziersträucher. —

Digitized by Google

Jasminum grandiflorum und andere Arten in Südeuropa enthalten in den Blüthen ein sehr wohlriechendes ätherisches Öl.

Offizinell: Manna, süße Ausschwitzung von Fraxinus Ornus. Oleum Olivarum von Olea europaea.

Fam. 2. Gentianeae. Staubblätter mit Kelch und Krone gleich- (meist 4—7) zählig. Fruchtblätter vollkommen verwachsen zu einem ein- oder zweifächerigen Fruchtknoten; Samenanlagen wandständig, zahlreich, anatrop. Same mit Endosperm. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit fast immer ganzen Blättern.

Unterfam. 1. Gentianoideae. Blätter decussirt; Krone mit gedrehter Knospenlage.

Gentiana, Enzian, mit zweilappiger Narbe, meist auf den Alpen und Gebirgen. — *Erythraea*, mit kopfiger Narbe; E. Centaurium u. a., Tausendguldenkraut, auf feuchten Wiesen.

Unterfam. 2. Menyantheae. Blätter spiralig gestellt; Krone mit klappiger Knospenlage.

Menyanthes trifoliata, Fieberklee, mit dreizähligen Blättern, in Sümpfen.

Offizinell: Radix Gentianae von G. lutea, G. pannonica, purpurea, punctata; Herba Centaurii von Erythraea Centaurium; Folia Trifolii febrini von Menyanthes trifoliata.

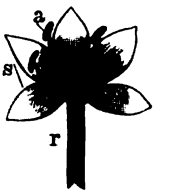


Fig. 284. Krone von Erythraea Centaurium, ausgebreitet, *r* die Röhre, *s* der Saum, *a* die Staubblätter.

Fam. 3. Loganiaceae. Fruchtknoten zwei- bis vierfächerig mit je einer oder mehreren Samenanlagen. Same mit Endosperm (s. Fig. 189 *A* auf S. 222). Meist Bäume mit opponirten Blättern und meist mit Nebenblättern.

Officinell: Semen Strychni, oder Nuces vomicae, Krähenaugen, die Samen von Strychnos Nux vomica in Ostindien, sehr giftig.

Aus dem Safte der Rinde von Strychnos guyanensis in Südamerika bereiten die Indianer das unter dem Namen Curare bekannte Pfeilgift.

Fam. 4. Apocyneae. Staubblätter meist fünf. Die beiden Fruchtblätter sind meist nur mit den Griffeln untereinander verwachsen, bei der Reife frei. Same meist mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher mit Milchsaft ohne Nebenblätter.

Nerium Oleander, Zierbaum. — *Vinca* minor und andere Arten, Immergrün, kriechende Kräuter in Wäldern, auch als Zierpflanzen kultivirt.

Fam. 5. Asclepiadeae. Die beiden Fruchtblätter meist zwei einzelne monomere Fruchtknoten bildend. Griffel kurz, durch eine beiden Fruchtknoten gemeinsame Narbe verbunden. Staubblätter meist fünf zu einer Röhre verwachsen, welche das Gynäceum umgiebt, mit Anhängseln von taschenförmiger (Fig. 285 *B*, *t*) und spornartiger (Fig. 285 *B*, *h*) Gestalt ausgestattet. Antheren zwei- bis vierfächerig; der Pollen jedes Faches bleibt zu einer Masse vereinigt, die Massen je zweier benachbarter Fächer (Fig. 285 *C*, *pp*) hängen zusammen und werden bei der Bestäubung durch Insekten übertragen. Samenanlagen zahlreich an der Bauchnaht der Karpelle hängend. Same meist mit Endosperm. Meist Holzpflanzen, häufig schlingend, mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

Digitized by Google

Vincetoxium officinale, häufig in Wäldern, Gebüschen. — *Asclepias* Cornuti und andere Arten in Gärten kultivirt, ebenso *Hoya* carnosa, Wachsblume. — *Stapelia* mit fleischigem cactusähnlichem Stamm.

Offizinell: Cortex Condurango von *Gonolobus* Condurango in Südamerika.

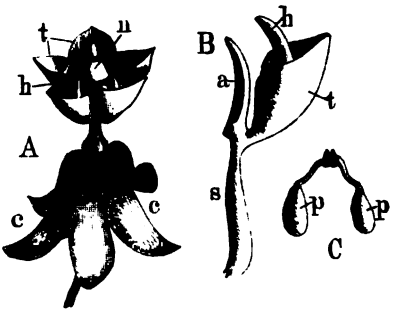


Fig. 285. *A* Blüthe von Asclepias (vergr.). *c* die zurückgeschlagene Krone, *n* Narbe, *h* die Sporne, *t* die Taschen der Staubfäden. *B* ein einzelnes Staubblatt, *a* die Anthere, *C* die Pollenmassen *pp*.

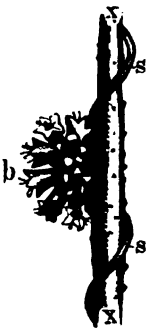


Fig. 286. Stengel von Cuscuta europaea (*s*) mit einem Blüthenknäuel *b*, um einen Stengel des Hopfens (*x*) windend.

Ordnung 30. Tubiflorae.

Blüthen aktinomorph, oder wenn zygomorph, nicht median. Blüthenkreise fünfgliederig. Staubblätter der Krone eingefügt. Fruchtknoten aus zwei (selten bis fünf) Karpellen verwachsen. Blätter gewöhnlich zerstreut gestellt, ohne Nebenblätter. Die oft cymöse Infloreszenz schließt häufig mit einer Gipfelblüthe ab. $K(5)\,(C(5)\,A\,5)\,G\,\underline{(2)}$ bis $\underline{(5)}$.

Fam. 1. Convolvulaceae. Meist zwei mediane Fruchtblätter bilden einen zweifächerigen Fruchtknoten mit je 1—2 anatropen Samenanlagen in jedem Fach. Krone in meist rechtsgedrehter Knospenlage. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Meist Schlingpflanzen mit Milchsaft.

Convolvulus arvensis (mit kleinen Deckblättern), C. sepium (mit zwei großen, den Kelch bedeckenden Deckblättern) sind gemeine Unkräuter. — *Batatas* edulis, im tropischen Amerika kultivirt wegen der eßbaren knolligen Rhizome.

Offizinell: Tuber Jalapae, die Wurzelknollen von Ipomoea Purga in Mexiko.

Fam. 2. Cuscuteae. Chlorophyllfreie Schmarotzer mit fadenförmigem Stengel, der mittelst Saugwurzeln sich an den Stengeln anderer Pflanzen befestigt und diesen die Nahrung entzieht; die kleinen Blüthen stehen in Knäueln (Fig. 286 *b*). Frucht eine quer aufspringende Kapsel.

Cuscuta europaea, auf Nesseln, Hopfen u. dgl., an Zäunen sehr verbreitet; C. Epilinum, Flachsseide, auf dem Flachs, C. Epithymum auf verschiedenen niederen Pflanzen, auch auf dem Klee, den sie oft völlig verwüstet.

Fam. 3. Polemoniaceae. Fruchtknoten trimer, dreifächerig, mit einer geraden oder mehreren schiefen Samenanlagen. Kapsel loculicid. Meist Kräuter ohne Milchsaft.

Polemonium coeruleum, Arten von *Phlox*, verbreitete Zierpflanzen.

Digitized by Google

Fam. 4. Solanaceae. Fruchtknoten aus zwei schief gestellten Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit zahlreichen Samenanlagen an der Scheidewand; letztere setzt sich bisweilen von der Mitte aus noch in das Fach hinein fort, so daß der Fruchtknoten scheinbar vierfächerig wird (Datura). Samenanlagen campylotrop. Frucht eine Kapsel mit verschiedener Dehiszenz oder eine Beere. Same mit Endosperm. Kräuter, bisweilen etwas holzig, ohne Milchsaft. Der Aufbau des blüthentragenden Stengels ist cymös und wird noch komplizirter durch Verschiebungen der Tragblätter. So sieht man z. B. in Fig. 287 *B* das Schema des Aufbaues von Atropa; der Stengel, der mit der Blüthe 1 abschließt, trägt ein Vorblatt 1 α und einen Seitensproß, der mit der Blüthe 2 abschließt; derselbe entspringt aus der Achsel eines Vorblattes 1 β, das aber nicht an der Basis seines Achselsprosses steht (wie der Pfeil andeutet), sondern an diesem selbst hinauf verschoben ist bis dicht unter dessen Blatt 2 α; diese Verschiebungen wiederholen sich stets in dem ganzen cymösen Verzweigungssystem, so daß hier bei Atropa immer unter einer Blüthe zwei Blätter stehen, ein größeres Fig. 287 1 α, 2 α (u. s. f.), das Vorblatt der betreffenden Blüthe, und ein kleineres (Fig. 287 *A* 0 β, 1 β, 2 β u. s. f.), das Tragblatt des Blüthensprosses selbst. Bei anderen Solaneen finden sich ähnliche Verhältnisse. Die meisten Repräsentanten sind narkotisch-giftig.

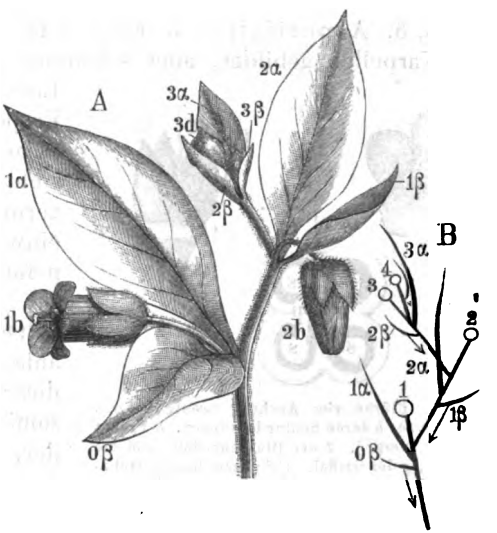


Fig. 287. *A* Oberer Theil eines blühenden Stengels von Atropa Belladonna; *B* Schema des cymösen Aufbaues des gleichen Stengels, *1*, *2*, *3* die Blüthen, α und β deren Vorblätter; aus der Achsel von β kommt jedesmal die neue Blüthenachse, an welche aber das Tragblatt β selbst hinauf verschoben ist.

Unterfam. 1. Solaneae. Frucht eine Beere. *Solanum* mit zusammenneigenden Antheren; S. Dulcamara mit blauer Krone, S. nigrum mit weißer Krone, Nachtschatten, häufig; S. tuberosum, Kartoffel, aus Südamerika, die fleischigen stärkereichen unterirdischen Seitensprosse, Knollen, Nahrungsmittel, die oberirdischen Theile giftig. — *Physalis* Alkekengi, Judenkirsche, mit blasig aufgetriebenem, rothem Kelch, der die Beere umgiebt. — *Lycopersicum* esculentum, Liebesapfel, die Frucht wird gegessen. — *Capsicum* longum und annuum, aus Südamerika, die Beeren sind der sog. spanische Pfeffer. — *Atropa* Belladonna, Tollkirsche, mit nicht zusammenneigenden Antheren, glockenförmiger Krone, schwarzer, sehr giftiger Beere. — *Lycium* barbarum, Strauch aus Südeuropa, bisweilen verwildert.

Unterfam. 2. Nicotianeae. Frucht eine zweiklappige loculicide Kapsel. —

Digitized by Google

Nicotiana Tabacum, Tabakspflanze aus Amerika (s. Fig. 167 *B*, *S*). — *Petunia*, Zierpflanze.

Unterfam. 3. Datureae. Kapsel durch Umschlagen der Scheidewand halb vierfächerig, vierklappig. — *Datura* Stramonium, Stechapfel.

Unterfam. 4. Hyoscyameae. Kapsel durch Abwerfen eines Deckels sich öffnend. — *Hyoscyamus* niger, Bilsenkraut.

Offizinell: Folia Belladonnae von Atropa Belladonna; Fructus Capsici von Capsicum annuum und longum (Südamerika); Folia Stramonii von Datura Stramonium; Herba Hyoscyami von Hyoscyamus niger; Folia Nicotianae von Nicotiana Tabacum (Amerika).

Fam. 5. Asperifoliae (Boragineae). Fruchtknoten von zwei medianen Karpellen gebildet, aber scheinbar vierfächerig, indem er durch Einschnürung von der Mitte der Karpelle her (Fig. 288 *C*, *r*) in vier »Klausen« getheilt wird; der Griffel steht, meist scheinbar als Verlängerung der Achse, auf der oben einwärts gebogenen Spitze der Karpelle, umgeben von den vier Klausen (Fig. 288 *B*). Jede Klause enthält eine hängende anatrope Samenanlage. Bei der Reife trennen sich diese vier Klausen als vier einsamige Nüßchen völlig von einander. Same ohne Endosperm. Die Krone trägt häufig an der Grenze von Röhre und Saum fünf den Zipfeln superponirte Anhängsel, die Schlundschuppen (Fig. 288 *A*, *b*). Infloreszenz beblätterte oder blattlose Wickel bildend. Kräuter oder Sträucher mit meist rauher Behaarung, nur selten (z. B. Cerinthe, Myosotis palustris) ganz oder fast kahl.

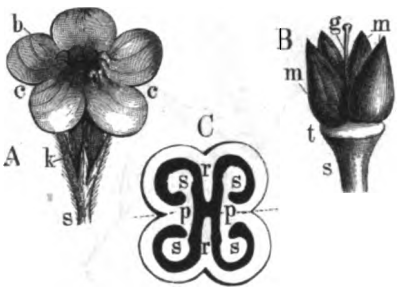


Fig. 288. *A* Blüthe von Anchusa (wenig vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *b* deren Schlundschuppen. *B* Frucht von Myosotis (vergr.). *t* der Blüthenboden, *mm* die vier Nüßchen, *g* der Griffel. *C* Schema des vierfächerigen Fruchtknotens im Querschnitt, *r* die Rückenlinie der beiden Karpelle, *pp* deren zu Placenten verwachsene Ränder, *s* die Samenanlagen.

Unterfam. 1. Ehretioideae. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens.

Heliotropium peruvianum, Zierpflanze mit vanilleartig riechenden Blüthen.

Unterfam. 2. Boraginoideae. Griffel zwischen den vier Klausen.

Myosotis, Vergißmeinnicht, M. palustris, an feuchten Orten, silvatica, in Wäldern, stricta u. a. auf Äckern. — *Lithospermum* arvense, officinale, *Echium* vulgare, *Lycopsis* arvensis, *Cynoglossum* officinale sind häufige Unkräuter. Die Blätter von *Borago* officinalis, Boretsch, werden als Gemüse gegessen.

Ordnung 31. Labiatiflorae.

Blüthen pentamer, zygomorph mit medianer Symmetrie; die Krone meist zweilippig, indem die zwei hinteren Blätter zu der oft helmartig übergebogenen Oberlippe verwachsen, das vordere nebst den zwei seitlichen die Unterlippe bildet. Das hintere Staubblatt schlägt häufig fehl oder ist nur als Staminodium vorhanden; die beiden seitlichen sind meist kürzer als die beiden vorderen, daher die Blüthe »didynamisch«; doch können

Digitized by Google

auch die beiden seitlichen (s. Fig. 290 *C*) oder die beiden vorderen (Figur 290 *B*) abortiren. Auch im Perigon findet sich zuweilen Unterdrückung des hinteren Kelchblattes, meist mit Verschmelzung der beiden hinteren Kronenblätter zu einer ungetheilten Oberlippe (Fig. 290 *B*). Zwei mediane

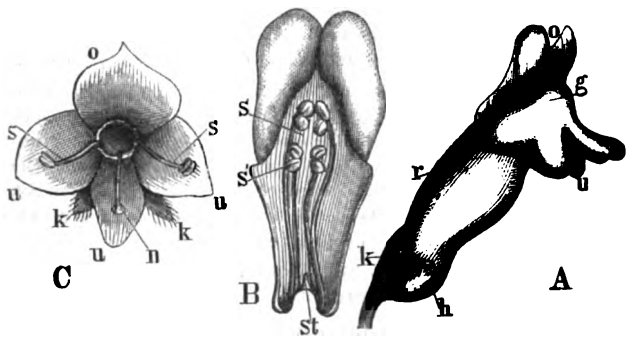


Fig. 289. Blüthen von Scrophularineen; *A* von Antirrhinum; *k* Kelch, *r* Röhre der Krone mit dem sackartigen Anhang *h*, *o* Ober-, *u* Unterlippe der Krone, *g* der Gaumen, d. h. Auftreibung der Unterlippe. *B* die Oberlippe derselben Blüthe von innen betrachtet, mit dem Andröceum, *s* die beiden längeren vorderen, *s'* die beiden kürzeren seitlichen Staubblätter, *st* das Rudiment des hinteren Staubblattes. *C* Blüthe von Veronica, *k* Kelch, *u u u* die drei Zipfel der Unterlippe, *o* die einzipfelige Oberlippe, *ss* die beiden seitlichen Staubblätter, *n* die Narbe.

Karpelle bilden einen meist zweifächerigen Fruchtknoten, der in vier Klausen getheilt sein kann. — Blätter zerstreut oder decussirt, ohne Nebenblätter; Laubsprosse ohne terminale Blüthen.

Allgemeine Formel: $\downarrow K(5)(C(5)A5)G(\underline{2})$.

Fam. 1. Scrophularineae. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen anatropen Samenanlagen an der Scheidewand. Same mit Endosperm. Staubblätter vier, didynam, oft mit einem Rudiment des hinteren (Fig. 289 *B*, *st*), oder nur die beiden seitlichen, selten (Verbascum) alle fünf fruchtbar.

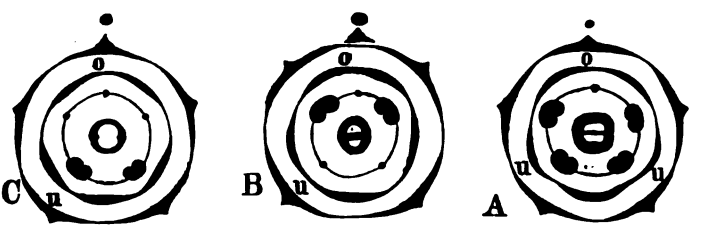


Fig. 290. Diagramme *A* der meisten Scrophularineen, *B* von Veronica, *C* der Lentibularieen; *o* Ober-, *u* Unterlippe.

Unterfam. 1. Antirrhineae. Krone mit meist absteigender Deckung. Keine Parasiten.

Verbascum, Wollblume, Königskerze, mit wenig zygomorpher Blüthe, fünf ungleich langen Staubblättern; V. Lychnitis, nigrum, thapsiforme u. a. an wüsten Plätzen. — *Antirrhinum*, Löwenmaul, mit aufgetriebener Unterlippe (Gaumen) und sackartigem Anhang der Krone, 4 Staubblättern (Fig. 289 *A* und *B*); A. maius, Zierpflanze. —

Digitized by Google

Linaria, mit gespornter Krone, 4 Staubblättern, L. vulgaris u. a. auf Äckern. — *Digitalis*, Fingerhut, mit schiefglockiger Krone, 4 Staubblättern; D. purpurea, grandiflora, in Wäldern hier und da. — *Scrophularia*, mit fast kugeliger Krone, S. aquatica, nodosa. — *Veronica*, mit nur zwei seitlichen Staubblättern, die beiden Zipfel der Oberlippe zu einem verschmolzen, der hintere Kelchzipfel ganz unterdrückt (Fig. 289 *C*, 290 *B*). — V. Anagallis und V. Beccabunga in Wassergräben, V. arvensis, triphyllos, hederaefolia u. a. auf Äckern. — Bei *Gratiola*, Gnadenkraut, sind die beiden vorderen Staubblätter noch als Staminodien vorhanden. — *Paulownia* imperialis, aus Japan, Zierbaum mit sehr großen Blättern. — *Mimulus*, *Calceolaria*, *Pentastemon*, Zierpflanzen.

Unterfam. 2. Rhinanthaceae. Krone mit meist aufsteigender Deckung. Parasiten. *Pedicularis*, mit fünfzähnigem Kelch, helmförmiger Oberlippe, *Euphrasia*, Augentrost, mit vierzähnigem Kelch, *Rhinanthus*, mit vierzähnigem aufgeblasenem Kelch, *Melampyrum*, Wachtelweizen, mit vierzähnigem, röhrigem Kelch, wenigsamigen Fruchtfächern, sind sämmtlich zwar chlorophyllhaltig, schmarotzen aber auf den Wurzeln anderer Pflanzen. — *Lathraea* Squamaria, Schuppenwurz, chlorophyllfrei, röthlich, schmarotzt auf der Wurzel von Bäumen.

Offizinell: Flores Verbasci, die Blüthen von Verbascum thapsiforme und phlomoides; Folia Digitalis von Digitalis purpurea.

Fam. 2. Bignoniaceae. Staubblätter meist vier, didynam. Same meist geflügelt, ohne Endosperm. Holzpflanzen, einige schlingend.

Catalpa bignonioides, aus Nordamerika, Zierbaum. — Von *Jacaranda* obtusifolia in Südamerika stammt das Palisanderholz.

Fam 3. Acanthaceae. Staubblätter vier, didynam. Samenanlagen wenig, auf weit vorspringender Placenta. Same ohne Endosperm. Kräuter.

Acanthus mollis und andere Arten in Südeuropa, Zierpflanze.

Fam. 4. Gesneraceae. Staubblätter meist vier, didynam, oder nur zwei. Fruchtknoten einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Meist Kräuter mit opponirten Blättern.

Columnea Schiedeana, *Achimenes*, *Ligeria* u. a. aus dem tropischen Amerika, Zierpflanzen.

Fam. 5. Orobancheae. Chlorophyllfreie Wurzel-Schmarotzer ohne Laubblätter, sonst mit vorigen übereinstimmend.

Orobanche rubens, cruenta auf Leguminosen, lucorum auf Berberis, Hederae auf Epheu, ramosa auf Hanf, von meist brauner oder weißlicher Farbe.

Fam. 6. Lentibularieae. Nur die zwei vorderen Staubblätter entwickelt (Fig. 290 *C*). Die Samenanlagen zahlreich auf einer frei in der Fruchtknotenhöhlung sich erhebenden Placenta. Same ohne Endosperm.

Utricularia, in mehreren Arten, schwimmende Wasserpflanzen mit feingetheilten Blättern und blasenförmigen Anhängseln, welche zum Fange kleiner Wasserthierchen eingerichtet sind (Fig. 291). — *Pinguicula* vulgaris und alpina, kleine Pflänzchen mit grundständigen Blattrosetten, an feuchten Orten.

Fam. 7. Labiatae. Staubblätter vier, didynam (Fig. 292 *B*), seltener (Salvia und verwandte) nur die beiden vorderen entwickelt. Fruchtknoten ebenso wie bei den Borragineen in vier Klausen getheilt, welche bei der Reife als vier Nüßchen abfallen (Fig. 292 *C*); nur sind hier die in jeder Klause einzeln stehenden Samenanlagen aufrecht. Same ohne Endosperm. Kräuter mit decussirten Blättern und vierkantigem Stengel; die Blüthen stehen scheinbar in Quirlen um den Stengel; es sind aber zusammenge-

Digitized by Google

zogene cymöse Infloreszenzen, meist Dichasien, welche in der Achsel je eines der zwei opponirten Blätter stehen.

Unterfam. 1. Ocymoideae. Die Staubblätter abwärts geneigt. — *Ocymum* Basilicum aus Ostindien, Küchengewürz. — *Lavandula*, Lavendel, in Südeuropa.

Unterfam. 2. Menthoideae. Die Staubblätter aufrecht, entfernt. Krone fast gleichmäßig vier- oder fünflappig. — *Mentha*, Minze, in zahlreichen Arten. — *Pogostemon* Patschouli in Ostindien liefert das Patschoulikraut.

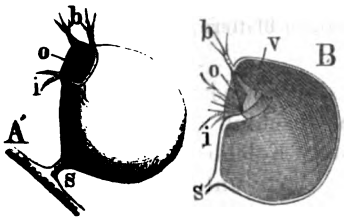


Fig. 291. Blase von Utricularia, *A* von außen, *s* deren Stiel, *o* der Eingang, *i* und *b* borstenförmige Anhänge; *B* der Länge nach durchschnitten, *v* eine Klappe, die sich nach innen öffnen läßt, aber den gefangenen Thieren den Ausgang wehrt (vergr.).

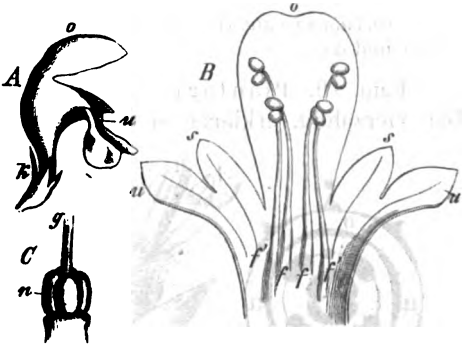


Fig. 292. *A* Blüthe von Lamium von der Seite. *k* Kelch, *o* Ober-, *u* Unterlippe. *B* Blüthe von Leonurus vorne geöffnet. *o* Ober-, *u* halbirte Unterlippe, *s* seitliche Kronenzipfel, *ff* kurze, *f'f'* lange Staubblätter (vergr.). *C* Fruchtknoten, *n* Nüßchen, *g* Griffel (vergr.).

Unterfam. 3. Monardeae. Nur zwei Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend. — *Salvia*, Salbei, S. pratensis u. a. einheimisch. — *Rosmarinus* officinalis, in Südeuropa.

Unterfam. 4. Satureineae. Vier Staubblätter mit breitem Connektiv, entfernt. *Origanum* vulgare, O. Majorana, Majoran, Küchengewürz. — *Thymus*, Thymian. — *Satureja* hortensis, Bohnenkraut. — *Clinopodium* vulgare, häufig.

Unterfam. 5. Melissineae. Vier Staubblätter mit schmalem Connektiv, entfernt. — *Melissa*, *Hyssopus*.

Unterfam. 6. Nepeteae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die hinteren länger. — *Nepeta*; *Glechoma* hederacea, überall häufiges Unkraut.

Unterfam. 7. Stachydeae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die vorderen länger. — *Lamium* album, purpureum u. a., Taubenessel; *Galeopsis*, *Stachys*, *Betonica*, *Ballota*, häufig.

Unterfam. 8. Scutellarieae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend; Kelch zur Zeit der Fruchtreife geschlossen. *Scutellaria*, *Brunella* vulgaris, häufig.

Unterfam. 9. Aiugoideae. Oberlippe sehr kurz, fast fehlend. *Aiuga* reptans, genevensis, häufig, *Teucrium*.

Offizinell: Flores Lavandulae, die Blüthen von Lavandula vera (Südeuropa); Folia Melissae von Melissa officinalis (Südeuropa); Folia Menthae piperitae von Mentha piperita, Pfefferminze (Südeuropa); Folia Menthae crispae von den krausblätterigen Varietäten verschiedener Mentha-Arten; Oleum Rosmarini aus den Blättern von Rosmarinus officinalis (Südeuropa); Folia Salviae von Salvia officinalis (Südeuropa); Herba Serpylli von Thymus Serpyllum; Herba Thymi von Thymus vulgaris (Südeuropa).

Fam. 8. Verbenaceae. Staubblätter vier, didynam, oder zwei. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, oder durch

Digitized by Google

falsche Scheidewände zwei- bis vierfächerig mit je einer Samenanlage. Die Frucht zerfällt in zwei bis vier Theilfrüchte. Griffel auf dem Fruchtknoten. Blätter meist opponirt.

Verbena officinalis, Eisenkraut, häufig an Wegen u. dgl. V. Aubletia, verbreitete Zierpflanze. — *Tectona* grandis, Teakbaum in Ostindien, liefert Schiffbauholz.

Fam. 9. Globularieae. Staubblätter vier; Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenanlage, seitlichem Griffel. Same mit Endosperm. Blätter in zerstreuter Stellung. Blüthen in Köpfchen.

Globularia vulgaris, cordifolia mit grundständigen Blättern, an trockenen Orten hier und da.

Fam. 10. Plantagineae. Die Blüthen sind aktinomorph und scheinbar vierzählig, erklären sich aber leicht im Anschluß an Veronica. Das hintere Kelchblatt ist hier ebenso wie dort unterdrückt, ebenso das hintere Staubblatt; die zwei Kronenblätter der Oberlippe sind zu einem verschmolzen, das aber hier den drei Zipfeln der Unterlippe völlig gleich ist; die beiden vordern Staubblätter sind hier nicht unterdrückt. Fruchtknoten ein- bis vierfächerig; Samenanlagen an der Innenwand der Fächer oder am Grunde des Fruchtknotens. Frucht eine quer aufspringende Kapsel oder Nüßchen. Same mit Endosperm.

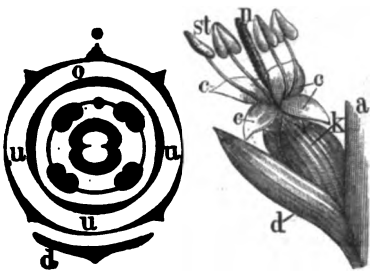


Fig. 293. Blüthe von Plantago; *a* Ährenspindel, *d* Deckblatt der Blüthe, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *n* Narbe (vergr.). Im Diagramm bedeutet *o* die Ober-, *u* die Unterlippe.

Plantago lanceolata, maior, media, Wegerich, überall häufige Unkräuter; die Blätter bilden hier eine grundständige Rosette; aus ihren Achseln erheben sich die langen Schäfte, mit ährigem, einfachem Blüthenstand (Fig. 293 *a*, *d*). Bei P. Cynops, Psyllium u. a. ist der beblätterte Stengel gestreckt; die Samenschale schleimig. — *Litorella* lacustris; monöcisch, am Grunde von Gewässern, selten. —

2. *Epigynae.*

Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 32. Campanulinae.

Blüthen aktinomorph oder zygomorph, pentamer; Kelchzipfel blattartig, schmal, Staubblätter meist ohne Zusammenhang mit der Krone, aber häufig unter sich verwachsen. Fruchtknoten aus zwei bis fünf Karpellen bestehend, unterständig. $K5\,C(5)\,A(5)\,G\,\overline{(2)}$ bis $\overline{(5)}$.

Fam. 1. Campanulaceae. Blüthen zwitterig, meist aktinomorph. Staubblätter fünf, häufig an der Basis mit einander verwachsen. Fruchtknoten meist dreifächerig mit zahlreichen Samenanlagen im innern Winkel der Fächer. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. Meist Kräuter mit Milchsaft.

Digitized by Google

Campanula, Glockenblume, patula, rotundifolia, rapunculoides und andere Arten überall auf Wiesen und anderwärts. — *Specularia* mit radförmiger Blumenkrone. S. Speculum in Feldern. — *Phyteuma* mit von unten her sich öffnender Krone, Blüthen in Köpfchen; P. orbiculare, spicatum; ähnlich *Jasione*.

Fig. 294. Andröceum und Gynäceum von Campanula; *f* der unterständige Fruchtknoten, *c* Insertion der Krone, *a* Antheren, *b* verbreiterte Basis der Staubblätter, *n* Narben (vergr.).

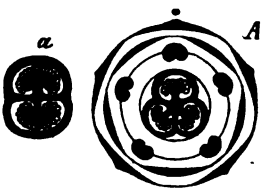


Fig. 295. *A* Diagramm der Blüthe von Campanula; *a* Gynäceum von Lobelia.

Fam. 2. Lobeliaceae. Blüthen zwitterig, zygomorph (Fig. 296); die Krone meist zu einer auf einer Seite geschlitzten Röhre verwachsen und der Saum in zwei Lippen getheilt, eine aus drei Zipfeln bestehende Unter- (Fig. 296 *A*, *u*) und eine aus zwei kleineren Zipfeln (Fig. 296 *A*, *o*) bestehende Oberlippe. Der Anlage nach sollte aber die Bezeichnung umgekehrt sein, da die Blüthe erst späterhin durch eine Drehung des Stieles umgewendet wird, so daß die ursprünglich hinteren Theile nach vorne, unten zu stehen kommen. Staubblätter oberwärts zu einer Röhre verwachsen

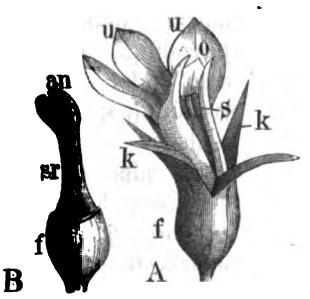


Fig. 296. *A* Blüthe von Lobelia; *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *o* Ober-, *u* Unterlippe der Krone, *s* Staubblätter. *B* Andröceum und Gynäceum derselben, *sr* Röhre der Staubblätter, *an* Antheren (vergr.).

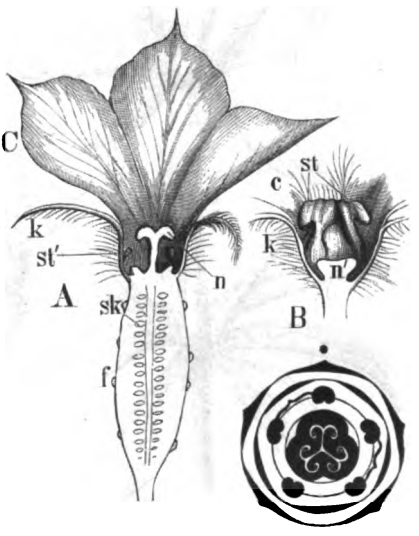


Fig. 297. *A* Längsschnitt der weiblichen Blüthe von Cucumis, *f* Fruchtknoten, *sk* Samenanlagen, *k* Kelch, *C* Krone, *n* Narbe. *st* rudimentäre Staubblätter. *B* Längsschnitt der männlichen Blüthe; *st* Staubblätter, *n'* rudimentärer Fruchtknoten; die Krone *c* nicht ausgezeichnet (etwas vergr.). — Diagramm der Blüthe von Cucurbita.

(Fig. 296 *B*, *sr*), die Antheren nach der Zygomorphie der Blüthe ungleich. Fruchtknoten ein-, zwei- oder dreifächerig mit zahlreichen anatropen Samenanlagen. Frucht

Digitized by Google

eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher, gewöhnlich mit Milchsaft.

Offizinell: Herba Lobeliae von *Lobelia* inflata in Nordamerika.

Fam. 3. Cucurbitaceae. Blüthen diklinisch oder polygam, aktinomorph. Krone fünfgliederig. Staubblätter fünf, durch Verwachsung nur drei (Fig. 297, Diagramm) oder eines, kurz, mit großen gekrümmten Antheren. Fruchtknoten unterständig, ein- bis mehrfächerig mit einer oder meist zahlreichen Samenanlagen. Frucht eine Beere, oft sehr groß mit verhältnismäßig starkem Epikarp. Same ohne Endosperm. Kräuter mit zerstreut gestellten Blättern, häufig rankend, die Ranken neben den Blättern.

Cucurbita Pepo, Kürbis, *Cucumis* mit freien Staubblättern, C. sativus, Gurke, C. Melo, Melone, *Citrullus* vulgaris, Wassermelone. — *Bryonia* alba und dioica, Zaunrübe (mit kleiner weißer Krone, zweisamigen Fruchtfächern), hier und da in Gebüschen, Hecken.

Offizinell: Fructus Colocynthidis, Coloquinte, von Citrullus Colocynthis, im Orient.

Ordnung 33. Rubiinae.

Blüthen meist aktinomorph, vier- oder fünfzählig; Kelch blattartig oder rudimentär; Fruchtknoten aus 2—5 Karpellen bestehend. Blätter decussirt, meist mit Nebenblättern.

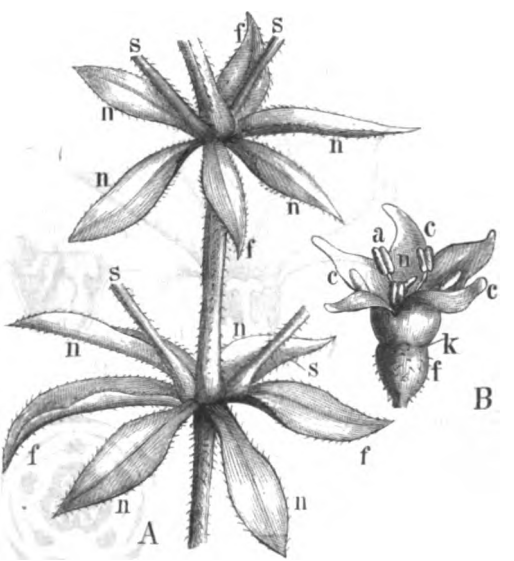


Fig. 298. *A* Stück des Stengels von Rubia tinctorum; *ff* die decussirten Blattpaare, aus deren Achseln die Sprosse *ss*; *nn* die getheilten blattähnlichen Nebenblätter (nat. Gr.). *B* Blüthe derselben Pflanze (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k* der nur schwach angedeutete Kelch, *c* Krone, *a* Antheren, *n* Narbe.

Fam. 1. Rubiaceae. Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig. Kelch blattartig oder unterdrückt. Krone mit klappiger Knospenlage. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig, aus zwei Karpellen bestehend, mit einer oder mehreren Samenanlagen. Same meist mit Endosperm. Blätter decussirt mit Nebenblättern, welche häufig (bei allen bei uns einheimischen Gattungen getheilt und den eigentlichen Blattspreiten gleich ausgebildet sind (Fig. 298 *A*, *nn*); man erkennt die eigentlichen Blattspreiten leicht daran, daß nur aus ihren Achseln sich Sprosse entwickeln (Fig. 298 *A*, *ff*, *ss*).

Digitized by Google

Unterfam. 1. Stellatae. Die Nebenblätter groß, blattartig.

Galium, Labkraut, mit radförmiger Krone, undeutlichem Kelch, meist vierzählig. G. silvestre, Mollugo, Aparine u. a. häufig. — *Asperula* ebenso, mit trichterförmiger Krone; A. odorata, Waldmeister. — *Rubia* tinctorum, Krapp, mit meist fünfzähliger Blüthe, radförmiger Krone, saftiger Frucht, stammt aus Südeuropa, wird wegen des Farbstoffs im Großen gebaut. — *Sherardia* mit deutlichem Kelch; S. arvensis auf Äckern.

Unterfam. 2. Coffeaceae. Nebenblätter schuppenförmig; Fruchtfächer einsamig. — *Coffea* arabica, Kaffeebaum aus Afrika, in den Tropen kultivirt; Frucht eine zwei- (oder ein-)samige Beere; die sog. Kaffeebohne ist der Same, der größtentheils aus dem Endosperm besteht und einen kleinen Embryo enthält. — *Cephaëlis*.

Unterfam. 3. Cinchoneae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer vielsamig. — *Cinchona*, Chinarindenbaum, in vielen Arten am östlichen Abhang der Anden in Südamerika einheimisch, neuerdings in Ostindien und Java kultivirt.

Offizinell: Cortex Chinae, Chinarinden von verschiedenen Arten von Cinchona, besonders von C. succirubra u. a.; Radix Ipecacuanhae, Brechwurzel, von Psychotria Ipecacuanha in Südamerika. Catechu, ein in Indien aus Mucaria Gambir (und Areca Catechu) dargestelltes Extrakt.

Fam. 2. Caprifoliaceae. Blüthen meist fünfgliederig, aktinomorph oder zygomorph. Krone meist mit dachiger Knospenlage. Früchtknoten zwei bis fünffächerig. Samenanlagen an den Scheidewänden, hängend. Frucht meist eine Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Blätter oppónirt, meist ohne Nebenblätter. Meist Bäume oder Sträucher.

Unterfam. 1. Sambuceae. Krone radförmig, meist aktinomorph; Fruchtknotenfach mit je einer Samenanlage. — *Sambucus*, Hollunder, mit fünftheiliger Krone, drei bis fünf Steinen in der Steinfrucht; S. nigra. — *Viburnum*, Schneeball, mit fünfspaltiger Krone, einem Stein in der Steinfrucht; V. Lantana, V. Opulus häufig, von

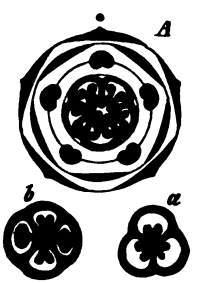


Fig. 299. Diagramm der Blüthen von Caprifoliaceen. *A* von Leycesteria, *a* Gynäceum von Lonicera, *b* von Symphoricarpus.

Fig. 300. Blüthe von Lonicera Caprifolium (nat. Gr.). *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *r* Röhre, *cc* die fünf Zipfel der Krone, *st* Staubblätter, *g* Griffel, *n* Narbe.

letzterem eine Form kultivirt, deren sämmtliche Blüthen (bei der ursprünglichen Art nur die am Rand des Ebenstraußes stehenden) vergrößerte Kronen tragen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 2. Lonicereae. Krone röhrenförmig, meist zygomorph. Fruchtknotenfach mit mehreren Samenanlagen. — *Lonicera*, Heckenkirsche, mit zwei- bis

Digitized by Google

dreifächerigem Fruchtknoten; L. Caprifolium, Periclymenum mit windendem Stengel; L. Xylosteum, tatarica, pyrenaica u. a. Ziersträucher. Bei mehreren Arten (z. B. L. alpigena) verwachsen die Früchte der zu zweien dicht zusammenstehenden Blüthen zu einer einzigen Beere. — *Symphoricarpus* racemosa, Schneebeere, mit vier- bis fünffächerigem Fruchtknoten, weißer Beere, Zierstrauch. — *Diervilla*, mit zweifächeriger Kapsel, D. canadensis, rosea u. a. Ziersträucher. — *Linnaea* borealis, kleines kriechendes Kraut im Norden und in den Alpen.

Offizinell: Flores Sambuci von Sambucus nigra.

Ordnung 34. Aggregatae.

Blüthen aktinomorph oder zygomorph, meist fünfzählig, Fruchtknoten einfächerig mit einer Samenanlage, Kelch rudimentär, meist durch eine Haarkrone angedeutet; Infloreszenz sehr häufig Köpfchen. Blätter ohne Nebenblätter, decussirt oder spiralig.

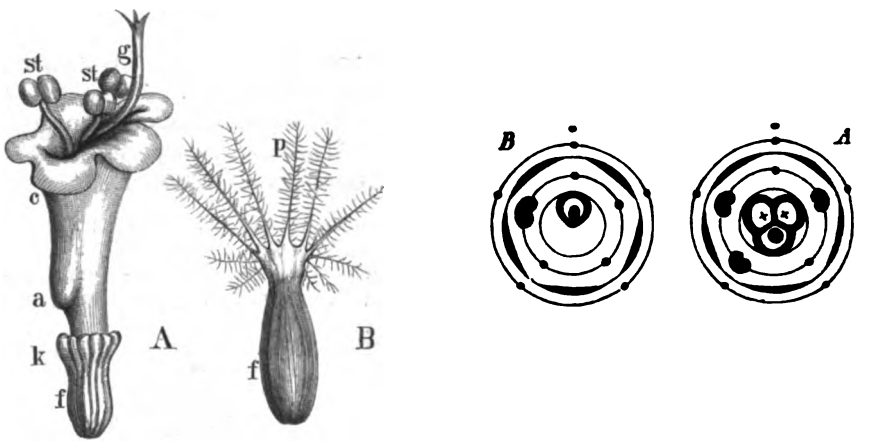


Fig. 301. *A* Blüthe, *B* Frucht von Valeriana (vergr.), *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone, *a* deren Höcker, *st* Staubblätter, *g* Griffel, *p* der Pappus. — Diagramme *A* von Valeriana, *B* von Centranthus.

Fam. 1. Valerianeae. Blüthen zygomorph oder unregelmäßig, ursprünglich fünfgliederig. Der Kelch fehlt oder in Gestalt einer oft zehnstrahligen Haarkrone, eines sog. Pappus vorhanden, der sich erst nach der Blüthe entwickelt (Fig. 301 *B*, *p*), während der Blüthe kurz und eingerollt ist (Fig. 301 *A*, *k*). Staubblätter gewöhnlich nur drei entwickelt. Fruchtblätter drei, einen dreifächerigen Fruchtknoten bildend, von dem sich aber stets nur ein Fach mit einer hängenden Samenanlage ausbildet. (Diagramm *A* Fig. 301.) Same ohne Endosperm. Blätter decussirt.

Valeriana officinalis, dioica häufig auf feuchten Plätzen. — *Valerianella* mit nur gezähntem Kelchsaum, in mehreren Arten auf Äckern; V. olitoria, Feld- oder Nüßchensalat, Küchenpflanze. — *Centranthus* ruber, Zierpflanze; es ist nur ein Staubblatt und ein Fruchtblatt entwickelt (Fig. 301, Diagramm *B*); an der Basis der Kronenröhre eine spornartige Ausbuchtung, die bei Valeriana schon als kleiner Höcker angedeutet ist (Fig. 301 *A*, *a*).

Offizinell: Radix Valerianae von Valeriana officinalis, Baldrian.

Digitized by Google

Fam. 2. Dipsaceae. Blüthen ursprünglich fünfgliederig, von einem Außenkelch (Fig. 302 *k'*) umgeben, der aus verwachsenen Vorblättern gebildet ist. Kelch häufig in Form borstenförmiger Zipfel (Fig. 302 *k*); Krone zweilippig; Staubblätter nur vier, da das hintere unterdrückt ist. Fruchtknoten einfächerig, mit einer hängenden Samenanlage. Same mit Endosperm. Blätter decussirt. Blüthen zu einem Köpfchen dicht zusammengestellt, das von einem Involucrum umgeben wird; die äußeren Blüthen des Köpfchens gewöhnlich strahlend. Im Köpfchen sind die Deckblätter (Spreublätter) entwickelt oder fehlen. Frucht vom Außenkelch, der oft mit Längsfurchen ausgestattet ist, eingeschlossen.

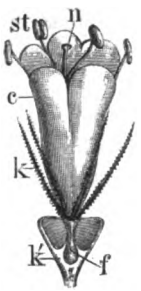


Fig. 302. Blüthe von Scabiosa (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k'* Außenkelch der Länge nach durchschnitten; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *n* Narbe.

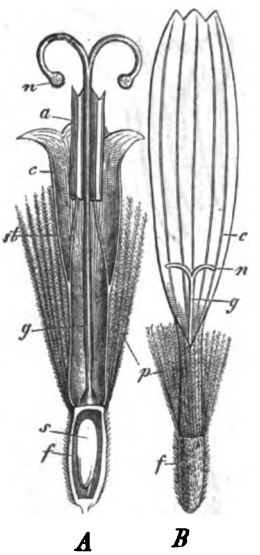


Fig. 303. Blüthe von Arnica (vergr.). *A* des Mittelfeldes, im Längsschnitt. *B* des Randes, *f* Fruchtknoten, *p* Pappus, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *n* Narben, *g* Griffel, *s* Samenanlage.

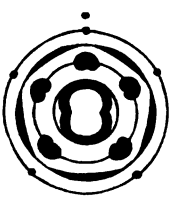


Fig. 304. Diagramm der Compositenblüthe.

Dipsacus, Weberkarde, Kelch ohne Borsten; von D. Fullonum werden die Köpfchen in der Tuchbereitung angewendet; D. silvester häufig an wüsten Plätzen. — *Knautia* ohne Spreublätter, mit ungefurchtem Außenkelch, K. arvensis auf Wiesen häufig. — *Scabiosa* mit Spreublättern und meist trockenem Saum des Außenkelchs; S. Columbaria auf Wiesen; S. pratensis, auf nassen Wiesen, mit krautigem Saum des Außenkelchs.

Fam. 3. Compositae. Die Blüthen sind stets zu viel- (selten 1-) blüthigen Köpfchen vereinigt, meist in demselben Köpfchen von verschiedenem Geschlecht, zwitterige, weibliche und geschlechtslose. Der Fruchtknoten ist unterständig, einfächerig, mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen (Fig. 305 *D*, *p*) vorhanden, meist als eine Krone einfacher oder verzweigter Haare (Fig. 303 *p*, 305 *A*, *E*, *p*), die sich erst nach der Blüthezeit vollständig entwickeln und Pappus genannt werden. Bisweilen fehlt

Digitized by Google

der Kelch vollständig. Krone röhrig, entweder regelmäßig fünfzähnig (Fig. 303 *A*, *c*, 305 *C*, *m*, *c*) oder am oberen Ende in einen einseitig ausgebreiteten drei- (Fig. 303 *B*, 305 *B*, *ra*) oder fünfzähnigen (Fig. 305 *A*, *c*) Saum ausgehend, zungenförmig, selten (nur bei ausländischen Gattungen) zweilippig. Filamente kurz, der Kronenröhre eingefügt (Fig. 303 *A*, *st*); die Antheren sind langgestreckt (Fig. 303 *A*, *a*, 305 *A*, *a*), seitlich miteinander verklebt und bilden eine Röhre, durch die der Griffel hindurchgeht. Dieser spaltet sich oben in zwei Äste (Fig. 303 *A*, *n*, 305 *A* und *C*, *n*), gegen deren Spitzen die Narbenpapillen in je zwei Längsreihen an-

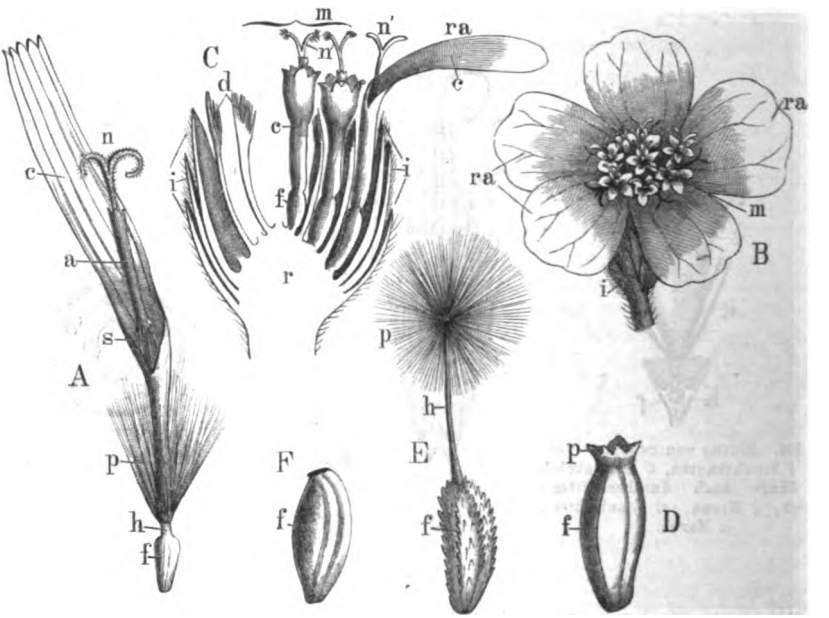


Fig. 305. Blüthen und Blüthentheile von Compositen. *f* Frucht oder Fruchtknoten, *k* Schnabel desselben, *p* Pappus, *c* Krone, *s* Staubblätter, *n* Narben. *A* zungenförmige Blüthe von Taraxacum mit fünfzähnigem Kronensaume, zwitterig. *B* Blüthenköpfchen von Achillea (vergr.), *ra* Randblüthen mit zungenförmigem dreizähnigem Saume, weiblich, *m* zwitterige Blüthen des Mittelfeldes, mit fünfzähniger Kronenröhre, *i* Involucrum. *C* Längsschnitt durch dasselbe stärker vergrößert; *r* Receptaculum, *i* Involucrum; *d* Deckblätter der Blüthen, *ra* Randblüthe, *m* Blüthen des Mittelfeldes; *n'* Narben der weiblichen Randblüthe. *D* Frucht von Tanacetum mit schuppenförmigem Pappus. *E* von Taraxacum mit haarförmigem, *F* von Artemisia ohne Pappus (alle vergr.).

geordnet sind. In den rein weiblichen Blüthen sind die Griffel meist kürzer (Fig. 303 *B*, *g*). Frucht eine einsamige Achene, an ihrem oberen Ende vom Kelch, dem Pappus (Fig. 305 *E* und *D*, *p*) gekrönt, wenn dieser nicht völlig fehlt (Fig. 305 *F*, *f*). Zuweilen ist die Achene, welche mit verschiedenartigen Riefen oder Stacheln ausgestattet sein kann, an ihrem oberen Ende in einen Schnabel verlängert (Fig. 305 *E*, *h*). Same ohne Endosperm.

Meist Kräuter mit zerstreuten oder (seltener) decussirten Blättern, ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. Die Köpfchen werden stets von einer An-

Digitized by Google

zahl von Hochblättern, dem Involucrum umgeben (Fig. 305 *B*, *i*). Die Deckblätter der einzelnen Blüthen (Paleae oder Spreublätter genannt) sind entweder vorhanden (Fig. 305 *C*, *d*) oder fehlen.

Nach der Gestalt der Blüthen und der Vertheilung der Geschlechter in einem Köpfchen unterscheidet man:

Unterfam. 1. Tubuliflorae. In einem Köpfchen stehen entweder lauter zwitterige Röhrenblüthen (d. h. mit regelmäßiger fünfzähniger Krone) oder die das Mittelfeld, den Discus (Fig. 304, *B*, *m*) einnehmenden zwitterigen Röhrenblüthen werden am Rande umgeben von einer oder mehreren Reihen zungenförmiger weiblicher oder geschlechtsloser Blüthen, deren Krone in einen dreizähnigen Saum ausgeht (Fig. 303 *B*, 305 *B*, *ra*).*)

Tribus 1. Eupatoriaceae. Griffeläste linealisch; die Narbenreihen bis zu deren Mitte reichend. — *Eupatorium* cannabinum, *Petasites* officinalis, *Tussilago* Farfara, an feuchten Orten, Ufern u. s. w.

Tribus 2. Asteroideae. Griffeläste linealisch, oberwärts feinbehaart; die Narbenreihen bis zur feinen Behaarung reichend. — *Aster*, in vielen, besonders nordamerikanischen Arten als Zierpflanzen kultivirt, ebenso *Callistephus* chinensis, gewöhnlich Aster genannt. — *Erigeron* acer, canadensis, gemeine Unkräuter. — *Bellis* perennis, Gänseblümchen, auf Wiesen überall. — *Inula* Helenium.

Tribus 3. Senecionideae. Griffeläste an der Spitze pinselförmig. — *Senecio* vulgaris, Jacobaea, gemein auf Äckern, Gartenland. — *Arnica* montana in Gebirgswäldern. — *Artemisia* Absynthium, Wermuth, A. vulgaris, campestris, häufig. — *Chrysanthemum* Leucanthemum, Wucherblume, überall auf Wiesen; C. (*Matricaria*) Chamomilla, wilde Kamille, mit kegelförmigem hohlem Receptaculum ohne Deckblätter der Blüthen, häufig. — *Anthemis* nobilis, römische Kamille, in Südeuropa; Blüthenköpfchen mit Deckblättern, ähnlich A. arvensis, Hundskamille, auf Äckern. — *Achillea* Millefolium, Schafgarbe. — *Helianthus* annuus, Sonnenblume; aus den Samen wird das Öl gewonnen; die inulinreichen Knollen von H. tuberosus aus Westindien dienen als Nahrungsmittel und Viehfutter. — *Spilanthes* oleracea.

Tribus 4. Cynareae. Griffel knotig verdickt, Disteln; meist mit dornigen Blattzähnen. *Lappa* maior, minor, tomentosa, Klette, überall an Wegen, mit hakig gekrümmten Blättern des Involucrums. — *Carduus* nutans und acanthoides, Distel, sehr häufige Unkräuter. — *Cirsium* lanceolatum, ebenso C. palustre, oleraceum, rivulare und andere Arten, Wiesendistel, an feuchten Orten. — *Carlina* acaulis, Wetterdistel, die innersten weißen Blätter des Involucrums legen sich in Folge von Befeuchtung über dem Blüthenköpfchen zusammen, legen sich bei Trockenheit strahlig auseinander. — *Centaurea* Scabiosa, Jacea, Flockenblume, überall, C. Cyanus, Kornblume, unter dem Getreide. — *Cynara* Scolymus, Artischocke, die jungen Blüthenköpfe werden als Gemüse gegessen. — *Carthamus* tinctorius, Saflor, findet in der Färberei Anwendung. — Bei *Echinops* sind zahlreiche einblüthige Köpfchen zu einem größeren kugeligen Köpfchen vereinigt.

Unterfam. 2. Labiatiflorae. Krone der Zwitterblüthen zweilippig, die der männlichen und weiblichen zungenförmig oder zweilippig. — Südamerika.

Unterfam. 3. Liguliflorae (Cichoriaceae). — Alle Blüthen des Köpfchens zwitterig, mit zungenförmigem fünfzähnigem Saum der Krone (Fig. 305 *A*).

Taraxacum officinale, Löwenzahn, die gemeinste der einheimischen Pflanzen. — *Lactuca* sativa, Kopfsalat; L. Scariola, virosa u. a. an wüsten Plätzen. — *Scorzonera*

*) Die sog. »gefüllten« Köpfchen kommen dadurch zu stande, daß auch an den Blüthen des Mittelfeldes die Krone zungenförmig dreizähnig wird.

Digitized by Google

hispanica, Schwarzwurzel, Gemüsepflanze. — *Tragopogon* orientalis und pratensis, Bocksbart, häufig auf Wiesen. — *Cichorium* Intybus, an Wegen überall; die geröstete Wurzel dient als Kaffeesurrogat; C. Endivia, Endivie, Gemüsepflanze.

Offizinell: Folia Farfarae von Tussilago Farfara; Radix Helenii von Inula Helenium in Südeuropa; Flores Arnicae von Arnica montana; Herba Absynthii von Artemisia Absynthium; Flores Cinae, Wurmsame, von Artemisia maritima in Turkestan; Flores Chamomillae von Chrysanthemum Chamomilla; Herba Cardui Benedicti von Centaurea benedicta in Südeuropa; Lactucarium von Lactuca virosa; Radix Taraxaci cum herba von Taraxacum officinale.

Digitized by Google

Register.

Abfallen der Blätter 88.
Abies 199.
—, männliche Blüthe 198.
Abietineae 198.
—, Knospe 27.
Abortus 215.
Abschnürung der Sporen 47. 145.
Absorbirte Nährstoffe 94.
Acacia 303.
—, Blatt 24.
—, Phyllodien 26.
Acajouholz 284.
Acanthaceae 312.
Acanthus 312.
Acer 285.
—, Keimung 252.
—, Knospe 27.
Aceraceae 285.
Acetabularia 138.
Achaenium 226.
Achillea 321.
Achimenes 312.
Achlya, Schwärmsporenbildung 48.
Achse 2.
Achselknospen 16.
Achsenbürtige Samenanlagen 212.
Aconitum 270.
— Fruchtknoten 209.
Acorus 244.
Actaea 270.
Aculei 34.
Acyklisch 214.
Adernetz der Blätter 22. 60.
Adiantum 184.
Adlerfarn 184.
Adonis 271.
Adventive Entstehung 4.
Adventivsprosse 17.
Aecidium 158. 161.
Aegopodium 291.
Ährchen 244.
Ähre 228.
Ährenköpfchen 229.
Ährentraube 230.
Aesculinae 256. 284.
Aesculus 285.
—, Knospe 27.
Aethalium 143.
Aethusa 291.
Äußere Lebensbedingungen 86.
Agaricinen 164.
Agaricus 162. 164.
Agathosma 283.
Agave 237.
Aggregatae 256. 318.
Agrimonia 300.
Agrostemma 269.
Agrostideae 245.
Agrostis 245.
Ahorn 285.
—, Zucker 46.
Aigeiros 261.
Ailanthus 284.
Aira 246.
Aiuga 313.
Aizoaceae 269.
Akazie 302.
Aklei 270.
Akrogynae 173.
Akrokarpische Moose 176.
Akropetale Anordnung 5.
Aktinomorph 218.
Alae 304.
Alchemilla 300.
—, Blatt 24.
Aldrovandia 279.
Aleuronkörner 44.
Algen 125. 129. 132.
—, Farbstoffe 40.
Alisma 251.
Alismaceen 250.
Alkaloide 89. 100.
Allium 235.
—, Staubblatt 206.
Alnus 257.
—, Knospe 27.
Aloe 236.
Alopecurus 246.
Alpenrose 304.
Alpinia 247.
Alsine 268.
Alsineae 268.
Alsophila 185.
Alströmeria 237.
Alternation 6.
Althaea 284.
Aluminium 90.
Alyssum 277.
Amanita 164.
Amarantaceae 267.
Amarantus 268.
—, Farbstoff der Blätter 46.
Amaryllideae 237.
Amaryllis 237.
Amelanchier 300.
Amentaceae 255. 257.
Amentum 234.
Ammoniak 95.
Amöbenartige Bewegung 38.
Amorpha 304.
Ampelideae 287.
Ampelopsis 287.
Ampfer 267.
Amphigastrien 172.
Amygdaleae 299.
Amygdalus 299.
Amylum 43.
Anacardiaceae 284.
Anagallis 305.
Anakrogynae 172.
Ananassa 238.
Anatrope Samenanlagen 213.
Andira 302.
Andraea 175.
Andraeaceae 174.
Andröceum 203. 206.
Andropogoneae 245.
Anemone 271.
Anethum 291.
Aneura 172.
Angelica 291.
Angiopteris 185.
Angiospermen 126. 202.
Angustiseptae 277.
Anis 291.
Anisocarpeae 256. 306.
Annulus 184.
Anordnung seitlicher Glieder 5.

Digitized by Google

Anorganische Stoffe 90. 95.
Anthela 231.
Anthemis 321.
Anthere 206.
Antheridien 119. 166. 178.
Anthoceros 173.
Anthoceroteae 173.
Anthocyan 46.
Anthoxanthum 245.
Anthriscus 291.
Anthyllis 301.
Antiaris 263.
Antipoden 221.
Antirrhinum 311.
Apfel 300.
Aphanocyclicae 255. 269.
Apium 291.
Apocyneae 307.
Apogamie 122.
Apokarpes Gynäceum 209.
Apophyse 199.
Aposporie 123.
Apothecium 154.
Apposition 40.
Aprikose 299.
Aquilegia 270.
Arabideae 276.
Arabisches Gummi 100. 303.
Araceae 240.
—, Blätter 233.
—, Luftwurzeln 34.
Arachis 302.
Araliaceae 291.
—, Strangverlauf 253.
Araucaria 200.
Araucarieae 200.
Arbutus 304.
Archangelica 291.
Archegoniaten 126.
Archegonium 119. 166. 178. 193.
Archesporium 168. 179.
Archidium 175.
Arctostaphylos 304.
Arcyria 143.
Ardisia 305.
Arenaria 268.
Arillus 195. 201.
Arista 244.
Aristolochia 265.
—, Bestäubung 220.
Aristolochieae 264.
Armeria 305.
Arnica 321.
Arrow-root 248.
Art 127.
Artemisia 321.
Artischocke 321.
Artocarpus 263.
Arum 241.
Aruncus 299.
Arundineae 246.
Asa foetida 291.
Asarum 265.
Asche 90.
Asclepiadeae 307.
Asclepias 308.
Ascobolus 154.
Ascogon 150.
Ascomyces 157.
Ascomyceten 145. 146. 150.
Ascus 48. 145. 150.
Asparagin 89. 100.
Asparagus 235.
Aspe 261.
Aspergillus 151. 152.
Asperifoliae 310.
Asperula 317.
Aspidium 182. 184.
— innere Haare 52.
Asplenium 182. 184.
Assimilation 97.
Aster 321.
Asteroideae 321.
Astragalus 302.
Astrantia 290.
Asymmetrische Blüthen 218.
Athemhöhle 77.
Athemöffnung 170.
Athmung 102.
Athyrium 184.
Atropa 309.
Atrope Samenanlagen 213.
Aucuba 292.
Aufnahme der Nährstoffe 94.
Augentrost 312.
Aurantieae 283.
Auricularia 168.
Ausläufer 31.
Außenkelch 205.
Autoecie 160.
Autor 127.
Autoxenie 160.
Auxosporen 134.
Avena 246.
Avenaceen 246.
Azalea 304.
Azolla 187.

Bacca 225.
Bacillus 132.
Bacterium 132.
Bälglein 244.
Baeomyces 156.
Balanophora 265.
Balanophoreae 255. 265.
Baldrian 318.
Balg der Grasblüthe 244.
Balgfrucht 224.
Ballota 313.
Balsam 57.
Balsamea 284.
Balsamineae 282.
Banane 247.
Bangia 142.
Barbula 176.
Barosma 283.
Baryum 90.
Basidie 145. 162.
Basidiomyceten 146. 161.
Basis 2.
Bast 71.
Bastard 183.
Bastfasern 63. 71.
Bastkörper 62. 67. 71.
Batatas 308.
Batrachospermum 142.
Bauchnaht 210.
Bauchpilze 165.
Baum 29. 253.
Baumbart 155.
Baumfarne 182. 185.
Baumwolle 77. 281.
Baustoffe der Zelle 98.
Beere 225.
Befruchtung 118. 221.
Begonia 294.
—, Krystalle 45.
—, Strangverlauf 253.
Begoniaceae 294.
Bellis 321.
Benzoe 306.
Berberideae 272.
Berberis 272.
—, Bewegung der Staubblätter 111.
—, Blattdornen 27.
Bergenia 292.
Bertholletia 297.
Besenpfrieme 301.
Bestäubung 218.
Beta 267.
Betonica 313.
Betula 258.
Betuleae 257.
Bewegung des Protoplasmas 38.
Biatora 156.
Bicornes 256. 303.
Bierhefe 157.
Bignoniaceae 312.
Bikollaterale Stränge 65.
Bilateral 2.
Bilsenkraut 310.
Binse 237. 242.
Biota 204.
Birke 258.
Birnbaum 300.
Bixa 278.
Bixaceae 278.
Blättchen 23.
Blasenstrauch 302.
Blasia 172.
Blatt 15. 18.
Blattdornen 27.
Blatthäutchen 20.
Blattnarbe 17.
Blattnerven 20.

Digitized by Google

Blattranken 26.
Blattrosetten 17.
Blattspurstränge 61.
Blattstellung 5.
Blauholz 302.
Bleichsucht 95.
Blitum 267.
Blüthe 33. 167. 188. 192. 203.
Blüthenboden 203.
Blüthenfarben 40. 46.
Blüthenformeln 216.
Blüthenhülle 203. 204.
Blüthenstände 228.
Blüthenstaub 208.
Blüthenstiel 204.
Blumenkohl 277.
Bluten der Reben u. Bäume 93. 94.
Blutendes Brod 132.
Bocksbart 322.
Böhmeria 262.
Bohne 302.
—, Bewegungen der Blätter 111.
—, Schlingen des Stammes 112.
Bohnenkraut 313.
Boletus 164.
Borragineae 310.
Boraginoideae 310.
Borago 310.
Borke 79.
Borneokampher 278.
Borstengras 246.
Bostryx 230.
Botrychium 185. 186.
Botrydium 138.
Brachypodium 246.
Brachythecium 177.
Bracteen 227.
Brandpilze 149.
Brassica 276.
—, Frucht 225.
Brassiceae 276.
Brayera 300.
Brechnuß 307.
Brennessel 262.
Brennhaare 77.
Briza 246.
Brodbaum 263.
Brom 90. 96.
Brombeere 300.
Bromeliaceae 238.
Bromus 246.
Broussonetia 263.
Bruchfrüchte 225.
Brunella 313.
Brunnkresse 276.
Brutknospen 34. 169.
Brutzellen 121.
Bryinae 175.
Bryonia 316.
Bryophyten 125. 165.
Bryum 177.
Buche 259.
—, Blatt 21.
—, Blattstellung 10.
—, Knospe 27.
Buchweizen 267.
Buellia 156.
Bulbochaete 137.
Bulbus 30.
Bulgaria 154.
Bupleurum 290.
—, Blatt 19.
Burseraceae 284.
Butomus 251.
—, Fruchtknoten 212.
—, Blattstellung 10.
Buttersäuregährung 132.
Buxaceae 289.
Buxbaumia 177.
Buxus 289.

Cabombeae 272.
Cacao 280.
Cacteae 294.
Caeoma 159. 161.
Caesalpinia 302.
Caesalpiniaceae 302.
Cajaputöl 297.
Calabarbohne 302.
Calamagrostis 246.
Calamus 239.
Calceolaria 312.
Calcium 90. 95.
Calicanthaceae 271.
Calicanthus 271.
Calicieae 156.
Caliciflorae 256. 289.
Calicinisch 204.
Caliculus 205.
Calix 204.
Calla 241.
Callistemon 297.
Callistephus 321.
Callithamnion 142.
Callitriche 289.
Callitrichineae 289.
Calluna 303.
Callus 82.
—, der Siebröhren 55.
Calosphaeria 152.
Calothamnus 297.
Caltha 270.
Calyptra 167.
Cambiform 64.
Cambium 62. 67. 71.
Cambiumring 67. 197. 253.
Camellia 278.
Campanula 315.
—, Füllung der Blüthe 207.
Campanula, Milchröhren 56.
Campanulaceae 314.
Campanulinae 256. 314.
Campecheholz 302.
Camphora 278.
Campylospermeen 300.
Campylotrope Samenanlagen 213.
Canna 248.
Cannabineae 263.
Cannabis 263.
Cannaceae 248.
Cantharellus 164.
Capillitium 143. 165.
Capitulum 228.
Capparideae 277.
Capparis 277.
Caprifoliaceae 317.
Capsella 277.
—, Blatt 24.
Capsicum 309.
Capsula 224.
Caragana 302.
Cardamomen 247.
Carduus 321.
Carex 243.
— arenaria, Rhizom 31.
Carica 294.
Cariceae 243.
Carina 301.
Carlina 321.
Carludovica 240.
Carpinus 258.
Carpogonien 142.
Carpophorum 290.
Carposporen 121.
Carrageen 142.
Carthamus 321.
Carum 226. 291.
Caruncula 288.
Carya 260.
Caryophyllaceae 268.
Caryophylli 297.
Caryopse 226.
Cascarillarinde 288.
Cassia 302.
Cassytha 273.
Castanea 259.
Casuarineae 261.
Catalpa 312.
Catechu 317.
Caucalis 291.
Caulerpa 138.
Caulis 29.
Ceder 199.
Cedernholz 284.
Cedrela 284.
Cedrus 199.
Celastrineae 286.
Cellulose 35. 40. 43. 89. 98.
Celosia 268.
Celtis 264.
Centaurea 321.
Centranthus 318.
Centrifugalkraft 113.
Centrolepideen 239.

Digitized by Google

Centrospermae 255. 266.
Cephalanthera 249.
Cephalotaxus, Krystalle 45.
Ceramium 142.
Cerastium 268.
Ceratodon 176.
Ceratonia 362.
Ceratophylleae 264.
Ceratophyllum 264.
Cercis 302.
Cereus 294.
Ceroxylon, Wachs 76.
Cetraria 155.
Chaerophyllum 294.
Chamaecyparis 201.
Chamaedorea 239.
Chamaerops 240.
Champignon 164.
Chara 141.
Characeae 125. 130. 140.
Cheiranthus 276.
Chelidonium 274.
Chemische Reize 115.
— Wirkungen des Lichtes 88.
Chenopodiaceae 267.
Chenopodium 267.
Chinarinden 317.
Chlamydococcus 135.
Chlamydomonadeae 135.
Chlamydomonas 135.
Chlor 90. 96.
Chlorideae 245.
Chlorophyceen 125. 129. 134.
Chlorophyll 39. 94.
—, Verhalten in der Kälte 40.
Chlorophyllbildung 88.
Chlorophyllkörner 39. 97.
—, Bewegung 110.
Chlorophyllkörper 39.
Chloroplasten 39.
Chlorotische Pflanzen 95.
Chondrus 142.
Choripetal 204.
Christophskraut 270.
Chromatophoren 39.
Chromoplasten 40.
Chroolepus 138. 154. 156.
Chrysanthemum 321.
Chrysomyxa 161.
Chrysosplenium 292.
Chytridiaceen 146. 149.
Cibotium 185.
Cichorium 322.
Cicuta 294.
Cina 322.
Cinchona 317.
Cincinnus 230.
Cinnamomum 273.
Circaea 295.
Cirkulation des Protoplasmas 38.
Cirrhus 32.
Cirsium 321.
—, Bastarde 123.
Cistaceae 278.
Cistiflorae 255. 277.
Cistus 278.
Citrone 225. 284.
—, Öllücken 57.
Citrullus 316.
Citrus 284.
—, Blatt 24.
Cladonia 155.
Cladophora 138.
Cladophoreae 138.
Cladophorinae 137.
Cladostephus 140.
Cladrastis 302.
Clavaria 163.
Clavarieen 168.
Claviceps 158.
Clematis 271.
Clinopodium 313.
Closterium 133.
Clusiaceae 278.
Coca 286.
Cochenille 294.
Cochlearia 277.
Cocos 289.
Coelospermeen 290.
Cönobium 135.
Coffea 317.
Colchicum 235.
—, Frucht 225.
Coleochaetaceen 137.
Coleochaete 137.
Coleosporium 159. 161.
Collema 150. 157.
Collenchym 74.
Colocasia 241.
Colombowurzel 272.
Coloquinte 316.
Columella 168.
Columnea 312.
Columniferae 255. 280.
Colutea 302.
Commelyna 239.
Commelynaceae 239.
Compositae 319.
—, Fruchtknoten 312.
—, Ölgänge 58.
Condurangorinde 308.
Conferva 138.
Coniferae 126. 195. 197.
—, Harzgänge 58. 71.
Conjugaten 125. 129. 133.
Conjugation 50. 118.
— der Schwärmzellen 118. 136.
Conium 294.
Connektiv 206.
Contortae 256. 306.
Convallaria 235.
Convolvulaceae 308.
Convolvulus 308.
—, Krone 204.
Copaifera 302.
Coprinus 164.
Copulation 50. 118.
Corallina 142.
Coralliorrhiza 230.
Corchorus 280.
Cordyceps 153.
Coriandrum 294.
Cormophyten 126.
Cornaceae 292.
Cornus 292.
—, Knospen 27.
Corolla 204.
Corollinisch 204.
Coronilla 302.
Corticium 163.
Corydalis 275.
—, Cotyledon 252.
Coryleae 258.
Corylus 258.
Corymbus 231.
Cosmarium 133.
Costae 289.
Cotinus 284.
Cotoneaster 300.
Cotyledonen 195. 222. 231. 252.
Crassula 292.
Crassulaceae 292.
Crataegus 300.
Crenothrix 132.
Crocus 238.
Croton 288.
Crucibulum 165.
Cruciferae 275.
Cubeba 262.
Cucubalus 268.
Cucumis 316.
Cucurbita 316.
—, Bau der Stränge 65.
Cucurbitaceae 316.
Cuphea 296.
Cupressineae 200.
Cupressus 201.
Cupula 223. 259.
Cupuliferae 257.
Curare 307.
Curcuma 247.
Cuscuta 308.
—, Saugwurzeln 34.
Cuscuteae 308.
Cuticula 76.
Cuticularisirung 43.
Cyanophyceae 134. 154. 157.
Cyathea 185.
Cyatheaceae 185.
Cyathium 288.
Cyathus 165.
Cycadeae 126. 195. 196.
Cycas 196. 197.
Cyclamen 305.

Digitized by Google

Cyclantheae 240.
Cydonia 300.
Cyklische Blüthen 214.
Cyklus 7.
— in der Blüthe 215.
Cylindrospermum 134.
Cyma 230.
Cymöse Verzweigung 12. 230.
Cynara 321.
Cynareae 321.
Cynodon 245.
Cynoglossum 340.
Cynomorium 265.
Cyperaceae 242.
Cyperus 243.
Cypresse 201.
Cypripedium 250.
Cystokarpien 142.
Cystolithen 45.
Cystopus 149.
Cytinus 265.
Cytisus 301.

Dactylis 246.
Daedalea 164.
Dahlia, knollige Wurzeln 34.
Dammara 200.
Danaea 185.
Daphne 297.
—, Kelch 204.
Darlingtonia 279.
Dattel 239.
—, Keimung 232.
Dattelpalme 239.
Datura 340.
Daucus 294.
Dauergewebe 58.
Davallia 182. 184.
Deckblätter 227.
Deckschuppe 198. 257.
Deckspelze 244.
Decussirte Stellung 7.
Degradationsprodukte 100.
Dehiszenz 224.
Delesseria 142.
Delphinium 270.
Dematophora 153.
Desmidiaceae 138.
Deutzia 293.
Diadelphe Staubblätter 207.
Diagonale Stellung 217.
Diagramm 6.
— der Blüthe 215.
Dianthus 269.
—, Kronenblatt 205.
Diatomeen 125. 129. 134.
Diatrype 153.
Dichasium 12. 230.
Dichogamie 219.
Dichopsis 306.
Dichotomie 4. 11.
Dichotomie, falsche 12.
Dickenwachsth. der Stämme und Wurzeln 66.
Dickenwachsthum der Zellhaut 41.
Diclytra 274.
Dicotyledonen 126. 231. 252.
—, Fibrovasalstränge 62.
Dicranum 176.
Dictamnus 283.
—, Ollücken 58.
Didymium 143.
Didyname Staubblätter 340.
Diervilla 318.
Digitalis 342.
Diklinische Blüthen 203.
Dimorphismus 219.
Dinkel 246.
Diöcische Pflanzen 121.
Dion 197.
Dionaea 279.
Dioscorea 238.
Dioscoreae 238.
Diosmeae 283.
Diosmose 85.
Diospyrinae 256. 305.
Diospyros 306.
Diplecolobeen 276.
Dipsaceae 319.
Dipsacus 319.
Dipterix 302.
Dipterocarpeae 278.
Discomyceten 154.
Discus 214.
Distel 321.
Divergenz 6.
Döldchen 229.
Dolde 229.
Doldengewächse 289.
—, Harzgänge 58.
—, hohle Stengel 52.
Dornen 27. 32.
Dorsiventral 3.
Draba 277.
Dracaena 236.
—, Dickenwachsthum 72.
Drachenblutbaum 236.
Drosera 279.
—, Fleischfressen 101.
Droseraceae 279.
Drüsen 57. 77.
Drupa 227.
Dryadeae 299.
Dryas 299.
Dryobalanops 278.

Ebenaceae 306.
Ebenholz 306.
Ebenstrauß 231.
Echeveria 292.
Echinocactus 294.
Echinops 321.
Echinopsis 294.
Echium 340.
Ectocarpus 140.
Edelkastanie 259.
Edeltanne 199.
Ehretioideae 340.
Ei 118.
Eibe 201.
Eibisch 281.
Eiche 259.
—, Knospe 27.
Eichel 226.
Einbeere 235. 237.
Einbrüderige Staubblätter 207.
Eingeschlechtige Blüthen 203.
Einhäusige Pflanzen 121.
Einjährige Pflanzen 122.
Eisen 90. 95.
Eisenhut 270.
Eisenkraut 344.
Eiweißstoffe 89. 98.
Eizelle 118.
Elaeagneae 297.
Elaeagnus 298.
Elaeis 240.
Elaphomyces 152.
Elateren 168.
Elatineae 278.
Elektrizität 89.
Elettaria 247.
Eleutheropetal 204.
Eleutheropetalae 255. 266.
Eleutherophyll 205.
Eleutherosepal 204.
Elfenbein, vegetabilisches 240.
Elodea 251.
Embryo 120. 194. 222. 232. 252.
Embryonales Gewebe 105.
Embryosack 193. 221.
Embryoträger 194.
Emmer 246.
Empetreae 289.
Empetrum 289.
Empirisches Diagramm 215.
Empleurum 283.
Empusa 147.
Enantioblastae 234. 238.
Encephalartos 197.
Endivie 322.
Endknospe 16.
Endocarpon 156.
Endodermis 73.
Endogen 5.
Endokarp 223.
Endophylleen 160.
Endophyllum 159. 160.
Endosperm 193. 222.
Endothecium 168.
Engelsüß 184.
Enteromorpha 136.

Digitized by Google

Entomophthoreen 145. 147.
Entstehung der Zellen 46.
Entstehungsweise der Glieder 4.
Enzian 307.
Epacrideae 304.
Ephebe 157.
Ephedra 202.
Ephemerum 175.
Epheu 294.
—, Harzgänge 58.
Epicotyles Glied 195.
Epidermis 75. 92.
Epigamophyten 126.
Epigynae 256. 344.
Epigyne Blüthe 241.
Epikarp 223.
Epilobium 295.
Epimedium 272.
Epipactis 249.
—, Blüthe und Bestäubung 221.
Epipetale Staubblätter 244.
Epipogon 250.
Episepale Staubblätter 244.
Equisetinae 125. 187.
Equisetum 188.
Erbse 302.
—, Blatt 20.
—, Frucht 225.
Erdbeere 223. 299.
—, Ausläufer 34.
Erdmandel 302.
Erfrieren 87.
Ergrünen 88.
Erica 303.
Ericaceae 303.
Erigeron 321.
Eriocauloneae 239.
Eriophorum 242.
Erle 257.
Ernährung 89.
Erneuerungssprosse 28.
Erodium 227. 282.
Ersatzfaserzellen 68.
Ervum 302.
Eryngium 290.
Erysimum 276.
Erysiphe 152.
Erysipheae 151.
Erythraea 307.
Erythrophyll 46.
Erythroxyleae 286.
Erythroxylon 286.
Esche 306.
—, Knospen 27.
Eschscholtzia 274.
Esparsette 302.
Espe 264.
Essigsäuregährung 132.
Etiolirte Pflanzen 108.
Euastrum 133.
Eucalyptus 297.
Eucyclicae 255. 284.
Eucyklische Blüthen 244.
Eugenia 296.
Eupatoriaceae 321.
Eupatorium 321.
Euphorbia 288.
—, Milchröhren 57.
Euphorbiaceae 287.
Euphorbium 288.
Euphrasia 312.
Eurhynchium 177.
Eurotium 150. 151.
Evernia 155.
Evonymus 286.
Exine 169. 193. 208.
Exoasceae 146. 157.
Exoascus 157.
Exobasidium 163.
Exogen 5.
Extrorse Anthere 207.

Fächel 13. 230.
Fächer des Fruchtknotens 240.
Fächerpalme 240.
Fächerung der Zellen 46.
Fagineae 259.
Fagus 259.
—, Blatt 21.
—, Blattstellung 10.
Fahne 301.
Familien 127.
Farbstoffe 39. 46. 100.
Farne 180. 181.
—, Fibrovasalstränge 62. 66.
Farsetia 277.
Fasern 53.
Faserstränge 60.
Fatsia 291.
Fäulnis 101. 132.
Fäulnisbewohner 100. 144.
Fegatella 172.
Fehlschlagen 215.
Feige 223. 263.
Felsenbirne 300.
Fenchel 294.
Fermente 101.
Fernambukholz 302.
Ferula 294.
Festuca 246.
Festucaceae 246.
Fette 45. 98.
Feuerlilie 235.
Feuerschwamm 163.
Fibrovasalstränge 60.
Fibrovasalsystem 59. 60.
Fichte 199.
Ficus 263.
—, mehrschichtige Epidermis 75.
Fieberklee 307.
Filament 206.
Filices 180. 181.
Filicinae 125. 180. 181.
Fingerhut 312.
Fissidens 176.
Flachs 282.
Flachsseide 308.
Flächenständige Samenanlagen 212.
Flächenwachsthum der Zellhaut 40.
Flechten 151. 154.
—, Krystalle 45.
Fleischfressende Pflanzen 101.
Flieder 306.
Fliegenfalle 279.
Fliegenschwamm 164.
Flockenblume 321.
Florideen 141.
Flüchtige Öle 100.
Flügel 285. 301.
Flugbrand 149.
Fluor 90.
Föhre 199.
Foeniculum 294.
Foliolum 23.
Foliose Lebermoose 170.
Folium 18.
Folliculus 224.
Fontinalis 177.
—, Stammscheitel 84.
Formbestandtheile 1.
Formeln der Blüthen 216.
Fortpflanzung 117.
Fragaria 299.
—, Ausläufer 34.
Frangulinae 256. 286.
Frauenschuh 250.
Fraxinus 306.
Freie Zellbildung 48.
Fremdbestäubung 218.
Fritillaria 235.
Frondose Lebermoose 170.
Froschbiß 254.
Froschlöffel 254.
Frostspalten 88.
Frucht 222.
— der Hydropterides 187.
Fruchtblätter 193. 209.
Fruchthaufen 183.
Fruchtknoten 209.
Fruchtkörper 145.
Fruchtschuppe 198.
Fruchtträger 145.
Frühjahrsholz 70.
Frullania 172. 173.
Fuchsia 295.
Fuchsschwanzgras 246.
Fucus 139. 140.
Fuligo 143.
Fumago 152.
Fumaria 275.
Fumariaceae 274.
Funaria 177.

Digitized by Google

Fungi 125. 130. 144.
Fungus chirurgorum 164.
Funiculus 213.
Fuß 168. 179.
Fußstück 5. 11.

Gabelzweige 5. 11.
Gährung 101. 157.
Gänge 57.
Gänseblümchen 321.
Galactodendron 263.
Galanga 247.
Galanthus 237.
Galbanum 291.
Galeopsis 313.
Galgantwurzel 247.
Galium 317.
Gallae 260.
Gallertflechten 157.
Gameten 118.
Gamopetal 205.
Garcinia 278.
Gastromyceten 146. 165.
Gattung 127.
Geaster 165.
Gefäß 37. 54. 63. 68. 70.
Gefäßbündel 60.
Gefäßkryptogamen 177.
Gefäßpflanzen 126.
Gefüllte Blüthen 207.
Gekreuzte Blattstellung 7.
Gekrümmte Samenanlagen 213.
Gelbe Rübe 291.
Gemeinsame Wandung der Gewebezellen 50.
Gemma 16.
Generatio spontanea 46.
Generationswechsel 121.
Genetische Spirale 7.
Genista 301.
Gentiana 307.
Gentianeae 307.
Genus 127.
Georgiaceae 177.
Gerade Samenanlagen 213.
Geraniaceae 282.
Geranium 282.
—, Blatt 24.
Gerbstoffe 100.
Germen 209.
Gerste 246.
—, Stärke 44.
Geschlechtliche Fortpflanzung 117.
Geschlossene Fibrovasalstränge 62.
Gesneraceae 312.
Getreide 246.
Getüpfelte Tracheen 54.
Geum 299.
Gewebe 35. 50.
Gewebeformen 52.
Gewebespannungen 86. 107.
Gewebesysteme 58.
Gewürznelken 297.
Giftmorchel 165.
Gigartina 142.
Ginkgo 202.
Ginster 301.
Gladiolus 237.
Glandulae Lupuli 268.
Glechoma 313.
—, kriechender Stengel 31.
Gleditschia 302.
Gleicheniaceae 185.
Glieder des Pflanzenkörpers 1. 15.
Gliederhülse 226.
Gliederschote 226.
Globoide 44.
Globularia 314.
Globularieae 314.
Glockenblume 315.
Gloeocapsa 131.
Glumae 244.
Glumiflorae 234. 242.
Glycyrrhiza 302.
Gnetaceae 126. 195. 202.
Goldlack 276.
Gonidien 121.
Gonolobus 308.
Gossypium 281.
—, Haare der Samenschale 77.
Gräser 243.
—, hohle Stengel 52.
—, Kieselsäuregehalt 43.
Gramineae 243.
Granatapfel 297.
Granne 244.
Granulose 43.
Graphideae 156.
Graphis 156. 157.
Grasährchen 244.
Grasähre 245.
Grasrispe 245.
Gratiola 312.
Grenzzone 70.
Grevillea 298.
Griffel 211.
Grimmia 176.
Gruinales 255. 281.
Grundgewebe 59. 72.
Grundspirale 7.
Guajacum 283.
Gummi 57. 100.
Gummibaum 263.
Gummiharz 57.
Gurke 316.
Guttapercha 306.
Gutti 278.
Gymnadenia 249.
Gymnospermen 126. 192.
Gymnosporangium 160.
Gymnostomum 175.
Gynäceum 203. 209.
Gynandrae 234. 248.
Gynostemium 248.
Gyrophora 156.

Haar 15. 34. 77.
—, inneres 52.
Habichtschwamm 163.
Haematococcus 135.
Haematoxylon 302.
Hafer 246.
Hagenia 300.
Haidekraut 303.
Hainbuche 258.
Halbgräser 242.
Hallimasch 164.
Haloragideae 295.
Hamamelideae 293.
Hanf 263.
Harzgänge 58. 64. 71.
Haselnuß 226. 258.
Hauptwurzel 33. 194.
Hausschwamm 164.
Hauswurz 292.
Hautschicht des Protoplasmas 37.
Hautsystem 59. 75.
Hedera 294.
Hedysarum, Bewegung der Blättchen 112.
Hefepilze 157.
Heidelbeere 304.
Helianthemum 278.
Helianthus 321.
— tuberosus, Knollen 31.
Heliotropismus 114.
Heliotropium 310.
Helleborus 269.
—, Karpell 212.
Helobiae 234. 250.
Helvella 154.
Helvellaceen 154.
Hemicyklische Blüthen 215.
Hepaticae 125. 170.
Heracleum 294.
Herbstholz 70.
Herbstzeitlose 235. 236.
Hermaphrodite Blüthen 203.
Herniaria 268.
Heteröcie 160.
Heteromerische Flechten 154.
Heterospore Pteridophyten 179. 186. 190.
Heterostylie 219.
Hexenbesen 157. 161.
Hibiscus 284.
Hickory 260.
Himbeere 299.
Hippocrepis 303.
—, Blatt 24.
Hippophae 298.
Hippurideae 296.

Digitized by Google

Hippuris 296.
Hirschzunge 184.
Hochblätter 27.
Hohle Stengel 52.
Holcus 246.
Holler 306. 347.
—, Farbstoff 46.
Hollunder 347.
Hollunderschwamm 163.
Holz 60. 67.
Holzfasern 63. 68.
Holzkörper 62. 67.
Holzparenchym 63. 68.
Homöomerische Flechten 154.
Honiggras 246.
Honigthau 158.
Hopfen 263.
Hopfenbuche 258.
Hordeaceae 246.
Hordeum 246.
Hornklee 302.
Hortensie 292.
Hoya 308.
Hüllchen 229.
Hülle 229.
Hüllkelch 229.
Hüllspelzen 244.
Hülse 224.
Huflattich 321.
Humulus 263.
Humusbewohner 101.
Hundspetersilie 294.
Hutpilze 163.
Hyacinthus 235. 237.
— Zwiebel 31.
Hybridität 128.
Hydneen 163.
Hydnora 265.
Hydnum 163.
Hydrangea 292.
Hydrocharideae 251.
Hydrocharis 251.
Hydrocotyle 290.
—, Blatt 18.
Hydrodictyeae 135.
Hydrodictyon 135.
Hydropterides 180. 186.
Hydrotropismus 115.
Hylocomium 177.
Hymenium 145.
Hymenogastreen 165.
Hymenomyceten 146. 163.
Hymenophyllaceae 184.
Hymenophyllum 184.
Hyoscyamus 340.
— Frucht 225.
Hypericaceae 278.
Hypericum 278.
Hyphen 144.
Hypnum 177.
Hypocotyles Glied 195.
Hypogynae 256. 306.
Hypogyne Blüthen 240.
Hyssopus 343.
Hysterium 154.
Hysterophyta 264.

Jaborandi 284.
Jacaranda 342.
Jahresringe 69.
Jahrestrieb 29.
Jalapa 268, 308.
Jasione 345.
Jasminum 307.
Jateorrhiza 272.
Iberis 276.
Ilex 286.
Ilicineae 286.
Illicieae 271.
Illicium 271.
—, Frucht 223.
Imbibition 85.
Immergrün 307.
Impatiens 282.
Imperatoria 291.
Indigo 277. 302.
Indigofera 302.
Indusium 183.
Infloreszenz 228.
Infusorienerde 134.
Ingwer 247.
Insertion des Blattes 17.
Insertionspunkt 6.
Integument 193. 218.
Intercellularräume 52.
Internodien 17. 106.
Intine 169.
Introrse Antheren 207.
Intussusception 40.
Inula 321.
Inulin 46. 98.
Involucellum 229.
Involucrum 167. 172. 229.
Jod 90. 96.
Johannisbeere 293.
Johannisbrod 302.
Johannistrieb 29.
Ipecacuanha 347.
Ipomoea 308.
—, windender Stengel 32.
Irideae 237.
Iris 237.
Isatis 277.
Isländisches Moos 155.
Isnardia 295.
Isocarpeae 256. 303.
Isoeteae 180. 191.
Isoetes 191.
Isomere Quirle 215.
Isospore Pteridophyten 179.
Judasbaum 302.
Judenkirsche 309.
Juglandeae 260.
Juglans 260.
Juliflorae 255. 256.
Juncaceae 236.
Juncagineae 250.
Juncus 237.
Jungermannia 173.
Jungermanniaceae 173.
Juniperus 200.
Jute 280.

Kätzchen 234. 257.
Kaffeebaum 347.
Kahmpilz 157.
Kaiserkrone 235.
Kalium 90. 95.
Kalksalze 95.
Kalmus 241.
Kamala 288.
Kamille 321.
Kammern d. Fruchtknotens 240.
Kampher 273.
—, Harzschlauch 57.
Kanadabalsam 199.
Kanalzellen 166. 178.
Kapern 247.
Kapsel 224.
— der Moose 168.
Kapuzinerkresse 283.
Kapuzinerpilz 164.
Karpell 209.
Karpellbürtige Samenanlagen 244.
Kartoffel 309.
—, Knolle 30. 69.
—, Krankheit 148.
—, Stärke 43.
Kastanie 259.
Kaulfussia 185.
Kautschuk 56. 288.
Keim 120.
Keimblätter 195.
Keimwurzel 194.
Kelch 204.
Kern der Zelle 35. 38.
— der Samenanlage 193
Kernholz 71.
Kernkörperchen 38.
Kernpilze 152.
Kernplasma 38.
Kerria 299.
Kiefer 199.
—, Borke 79.
Kieselguhr 134.
Kieselsäure 42. 97.
Kirsche 299.
—, Farbstoff 46.
Kirschgummi 57. 100.
Kirschlorbeer 299.
Klappen 244.
Klappenspaltig 224.
Klausen 240.
Klee 302.
—, Blatt 24.
Klette 321.

Digitized by Google

Klopstockia, Wachs 76.
Knäuelgras 246.
Knautia 349.
Knoblauch 235.
Knolle 30.
Knospe 16.
Knospenlage 25.
Knospenschuppen 27.
Knoten 17.
Kobalt 90.
Köleria 246.
Köpfchen 228.
Köpfchenhaare 77.
Kohl 276.
Kohlensäureaufnahme 94. 97.
Kohlenstoff 90.
Kohlrübe 277.
Kolben 228.
Kollaterale Stränge 64.
Konzentrische Stränge 65.
Kopfkohl 276.
Kopfsalat 321.
Koriander 291.
Kork 78.
Korkeiche 259.
Kornblume 321.
Kossoblüthen 300.
Krähenaugen 307.
Kräuter 122.
Krameria 302.
Krapp 317.
Krebs des Apfelbaums 153.
— der Buche 153.
— der Lärche 154.
— der Tanne 161.
Kreise der Blüthe 215.
Kreuzdorn 287.
Krone 204.
Krummholzkiefer 200.
Krustenflechten 156.
Kryptogamen 126.
Krystalle 45.
Krystalloide 45.
Küchenzwiebel 235.
Kümmel 291.
Künstliche Systeme 124.
Kürbis 316.
Kuhbaum 263.
Kupfer 90. 96.
Kurztrieb 28.

Labellum 247. 248.
Labiatae 312.
Labiatiflorae 256. 310. 321.
Lacmus 155.
Lactarius 164.
Lactuca 321.
Lacunen 52.
Längsachse 2.
Längsschnitt 2.
Lärche 199.
—, Borke 79.
Laichkraut 242.
Lamina 18.
Laminaria 140.
Lamium 313.
Langtrieb 28.
Lappa 321.
Larix 199.
Laserpitium 291.
Lateralschnitt 217.
Lathraea 312.
Lathyrus 302.
Latiseptae 277.
Laubblätter 26.
Laubflechten 155.
Laubmoose 125. 170. 173.
Lauch 235.
Laurineae 273.
Laurus 273.
Lavandula 313.
Lavendel 313.
Lebensbaum 200.
Lebensdauer der Blätter 26.
Lebermoose 125. 170.
Lecanora 156.
Lecideaceen 156.
Legumen 224.
Leguminosae 256. 304.
Leimzotten 78.
Lein 282.
Leinsamen 42. 282.
Lemanea 142.
Lemna 242.
Lemnaceae 241.
Lentibularieae 312.
Lenticellen 80.
Lenzites 164.
Lepidodendreae 192.
Leuce 261.
Leuchten 103.
Leucobryum 176.
Leucodon 177.
Leucojum 237.
Leucoplasten 40.
Levisticum 291.
Levkoje 276.
Libriformfasern 68.
Lichen islandicus 55.
Lichenes 154.
Lichtwirkungen 88.
— auf das Wachsthum 108. 112.
Liebesapfel 309.
Ligeria 312.
Ligula 20.
Liguliflorae 321.
Ligustrum 306.
Liliaceae 235.
Liliiflorae 234.
Lilium 235.
—, Staubblatt 206.
—, Fruchtknoten 214.
Limbus 205.
Linaria 312.
Linde 280.
—, Bast 71.
Lineae 282.
Linnaea 318.
Linné 124. 127.
Linse 302.
Linum 282.
Liriodendron 271.
—, Knospen 27.
Lithium 90. 96.
Lithospermum 310.
Litorella 314.
Livistona 240.
Lobelia 316.
Lobeliaceae 315.
Loculicid 224.
Löffelkraut 277.
Löwenmaul 311.
Löwenzahn 321.
—, Milchsaft 56.
Loganiaceae 307.
Lohblüthe 143.
Lolch 246.
Lolium 246.
Lonchitideae 184.
Lonicera 317.
—, Blatt 19.
Lophophytum 265.
Loranthaceae 266.
Loranthus 266.
Lorbeer 273.
Lotosblume 272.
Lotus 302.
Lücken 57.
Luftlücken 52.
Lufträume der Wasserpflanzen 103.
Luftwurzeln 34.
Lunularia 172.
Lupinus 301.
Luzerne 302.
—, Blatt 24.
Luzula 237.
Lychnis 268.
—, Kronenblatt 205.
Lycium 309.
Lycogala 144.
Lycoperdaceen 165.
Lycoperdon 165.
Lycopersicum 309.
—, Farbstoff der Frucht 40.
Lycopodieae 180. 189.
Lycopodinae 125. 180. 189.
Lycopodium 189. 190.
Lycopsis 310.
Lygodium 185.
Lysimachia 305.
Lythraceae 296.
Lythrum 296.

Maclura 263.
Macrocystis 140.
Männliche Blüthen 192.

Digitized by Google

Männliche Zellen 118.
Magnesium 90. 95.
Magnolia 271.
Magnoliaceae 271.
Magnolieae 271.
Mahagoniholz 284.
Majanthemum 235.
Maiglöckchen 235.
Majoran 313.
Mais 245.
—, Frucht 232.
Makrosporangien 180. 192.
Makrosporen 178. 193.
Mallotus 288.
Malva 281.
Malvaceae 281.
Malzbereitung 103.
Mamillaria 294.
Mammuthbaum 200.
Mandel 226.
Mandelbaum 299.
Mangan 90.
Manglesia 298.
Mangrove 296.
Manihot 288.
Mannaesche 306.
Maranta 248.
Marantaceae 248.
Marasmius 164.
Marattia 185.
Marattiaceae 185.
Marchantia 171.
Marchantiaceae 170.
Marchantieae 171.
Mark 62. 73.
Markkrone 67.
Markscheide 67.
Markstrahlen 70.
Markverbindungen 62.
Marsilia 187.
Marsiliaceae 187.
Maßholder 285.
Matricaria 321.
Matthiola 276.
Mauerpfeffer 292.
Maulbeerbaum 263.
Maximum 87.
Mechanische Reizbarkeit 111.
Mechanische Wirkungen d. Lichts 88.
Mediane des Blattes 18.
Medianschnitt der Blüthe 217.
Medicago 302.
—, Blatt 24.
Meerrettig 277.
Mehlthau 151. 152.
Mehrjährige Pflanzen 122.
Meisterwurz 291.
Melaleuca 297.
Melampsora 161.
Melampsoreae 161.
Melampyrum 312.
Melandryum 269.
Meliaceae 284.
Melica 246.
Melilotus 302.
—, Fruchtknoten 209.
Melissa 313.
Melone 316.
Melonenbaum 294.
Melosira 134.
Membran 35. 40.
Menispermaceae 272.
—, Strangverlauf 253.
Mentha 313.
Menyanthes 307.
Mercurialis 288.
Merikarpien 226.
Merismopoedia 131.
Meristem 53.
Merulius 164.
Mesembryanthemum 269.
Mesocarpeae 133.
Mesokarp 223.
Mesophyll 72.
Mespilus 300.
Metamorphose 16.
Metaxenie 160.
Metrosideros 297.
Metzgeria 172.
Micellen 85.
Micrococcus 132.
Mikropyle 193.
Mikrosporangien 180. 192.
Mikrosporen 178. 192.
Milchröhren 56.
Milchsaft 56.
Milchsäuregährung 132.
Milium 245.
Mimosa 303.
—, Bewegungen der Blätter 111.
Mimoseae 303.
Mimulus 312.
Minimum 86.
Minze 313.
Mirabilis 268.
Mispel 300.
Mistel 266.
Mittellamelle 50.
Mittelpunkt, organischer 2.
Mittelständiger Fruchtknoten 211.
Mnium 177.
Mohn 274.
—, Frucht 225.
—, Milchsaft 56.
Molekularstruktur 84.
Molinia 246.
Monadelphe Staubblätter 207.
Monochlamydeae 255. 264.
Monocotyledonen 126. 234.
—, Fibrovasalstränge 61.
Monöcische Pflanzen 121.
Monokarpische Blüthen 209.
— Pflanzen 122.
Monomere Fruchtknoten 209.
Monopodium 12.
Monosymmetrisch 4. 217.
Monotropa 304.
Monotropeae 304.
Monstera 244.
Montia 269.
Moosblüthen 167.
Moose 165.
Morchella 154.
Moreae 263.
Morus 263.
Mougeotia 133.
Mucaria 317.
Mucor 146.
Multilateral 2.
Mundbesatz 175.
Musa 247.
Musaceae 247.
Muscari, Achselknospen 16.
Musci 125. 170. 173.
Muscineen 125.
Muskatblüthe 272.
Muskatnuß 272.
Mutterkorn 153.
Mutterzelle 46.
Mycelium 144.
Myosotis 310.
Myosurus 271.
Myrica 260.
—, Wachsabscheidung 76.
Myricaceae 260.
Myricaria 278.
Myriophyllum 296.
Myristica 272.
Myristiceae 272.
Myroxylon 302.
Myrrha 284.
Myrsineae 305.
Myrtaceae 296.
Myrtiflorae 256. 295.
Myrtus 296.
Myxomyceten 125. 130. 142.

Nabelstrang 213.
Nachtschatten 309.
Nachtstellung 110.
Nadelhölzer 197.
—, Harzgänge 58. 74.
—, Holzfasern 54. 69.
—, Krystalle 45.
—, Quirläste 5.
Nährstofflösungen 96.
Nagel 205.
Naht 213.
Naiadeae 242.
Naias 242.
Namen der Pflanzen 127.
Narbe 214.

Digitized by Google

Narcissus 237.
Nardus 246.
Narren der Pflaumen 157.
Nasturtium 277.
Natrium 90. 96.
Natürliches System 124.
Navicula 134.
Nebenblätter 19.
Nebenkrone 205.
Nebenprodukte des Stoffwechsels 100.
Nebenwurzeln 38.
Neckera 177.
Nectria 152.
Nektarien 77. 213.
Nelke 269.
Nelumbieae 272.
Nelumbium 272.
Nemalion 142.
Neottia 250.
Nepentheae 279.
Nepenthes 279.
Nepeta 313.
Nephrodium 184.
Nerium 307.
Nervatur 20.
Netzförmige Verdickung 41.
Netztracheen 54.
Neuseeländischer Flachs 235.
Nickel 90.
Nicotiana 310.
—, Blüthe 204.
—, Fruchtknoten 242.
Nidularieae 165.
Niederblätter 27.
Nigella 270.
Nitella 141.
Nopalea 294.
Normale Entstehung 4.
Nostoc 134. 157.
Notorrhizeen 276.
Nucellus 198.
Nucleus 38.
Nüßchen 226.
Nuphar 272.
Nuß 226.
Nutationen 108.
Nux 226.
Nyctagineae 268.
Nymphaea 272.
—, Lacunen 52.
Nymphaeaceae 271.
Nymphaeinae 272.

Oberhaut 75.
Oberschlächtige Blätter 173.
Oberständiger Fruchtknoten 240.
Ochrea 267.
Ocymum 313.
Oedogoniaceae 136.
Oedogonium 49. 136. 137.
Öffnen der Blüthen 111.
Ölbaum 306.
Öle 57. 89.
Ölpalme 240.
Ölstriemen 290.
Oenanthe 294.
Oenothera 295.
Offene Fibrovasalstränge 62.
Oidium 152.
Olea 306.
Oleaceae 306.
Oleander 307.
Onagraceae 295.
Oncidium 250.
Onobrychis 302.
Ononis 304.
Oogonium 119.
Oospore 120.
Ophioglosseen 185.
Ophioglossum 186.
Ophrys 249.
Opium 56. 274.
Opponirte Stellung 7.
Optimum 87.
Opuntia 294.
Opuntinae 256. 294.
Orange 225. 284.
—, Öllücken 57.
Orchideae 248.
—, Luftwurzeln 34.
Orchis 249.
Ordines 127.
Ordnungen 127.
Organe 1. 84.
Organische Nahrungsstoffe 100.
Organische Stoffe 89.
Origanum 313.
Orobanche 312.
Orobancheae 312.
Orobus 302.
Orthoploceen 276.
Orthospermeen 290.
Orthostiche 7.
Orthotrichum 176.
Orthotrope Pflanzentheile 112.
Orthotrope Samenanlagen 213.
Oryza 245.
Oryzeae 245.
Oscillaria 134.
Osmunda 185.
Osmundaceae 185.
Ostrya 258.
Ovulum 198.
Oxalideae 282.
Oxalis 282.
—, Bewegung der Blättchen 110. 111.
—, Rhizom 30.
—, Trimorphismus 220.
Oxalsaurer Kalk 45. 95.
Oxycedrus 200.

Paeonia 270.
Palea der Gräser 244.
— der Compositen 321.
Palisanderholz 312.
Pallisadenparenchym 72.
Palmae 239.
Palmen 239.
—, Blätter 233.
Palmenöl 240.
Panamahüte 240.
Pandaneae 240.
Pandanus 240.
Pandorina 136.
Paniceae 245.
Panicoideae 245.
Panicula 231.
Panicum 245.
Panus 164.
Papaver 274.
—, Frucht 225.
Papaveraceae 273.
Papayaceae 294.
Papiermaulbeerbaum 263.
Papilionaceae 301.
Pappel 261.
Pappus 261.
Papyrus 243.
Paracorolla 205.
Paraguaythee 286.
Paranuß 297.
Paraphysen 150. 162. 167. 183.
Parasiten 101. 144.
Parasolschwamm 164.
Parastichen 9.
Parenchym 53. 72.
Parenchymstrahlen 70.
Parietaria 262.
Paris 235. 237.
—, Staubblatt 206.
Parmelia 156.
Parnassia 292.
Paronychia 268.
Paronychieae 268.
Parthenogenesis 122.
Passiflora 294.
Passifloreae 294.
Passiflorinae 256. 294.
Passionsblume 294.
Pastinaca 291.
Patchouli 313.
Paulownia 312.
Pedicularis 312.
Pedunculus 204.
Pelargonium 282.
Pellia 172.
Pelorien 218.
Peltigera 156.
Penicillium 152.
Pentstemon 312.

Digitized by Google

Peperomia 261.
—, mehrschichtige Epidermis 75.
Perianthium 167. 173. 203. 204.
Pericambium 66.
Periderm 78.
Perigon 203. 204.
Perigyne Blüthen 211.
Perikarpium 223.
Periode des Wachsthums 106.
Perisperm 222.
Peristom 175.
Perithecium 152. 154.
Perlgras 246.
Peronospora 148.
Peronosporeae 146. 148.
Pertusaria 156. 157.
Perückenstrauch 284.
Petala 204.
Petasites 321.
Petersilie 291.
Petiolus 18.
Petroselinum 291.
Petunia 310.
—, Krone 14.
Peziza 48. 154.
Pezizaceen 154.
Pfaffenkäppchen 286.
Pfahlwurzel 33.
Pfeffer 262.
—, spanischer 309.
Pfefferminze 313.
Pfeilkraut 251.
Pfingstrose 270.
Pfirsich 299.
Pflaume 227. 299.
Phacidiaceen 154.
Phaeophyceen 125. 130. 139.
Phaeoplasten 40.
Phajus 250.
Phalarideae 245.
Phalaris 245.
Phalloideen 165.
Phallus 165.
Phanerogamen 126. 192. 202.
Phascum 175.
Phasen des Wachsthums 104.
Phaseolus 302.
Phegopteris 184.
Phellogen 78.
Philadelpheae 293.
Philadelphus 293.
Philodendron 241.
Phleum 246.
Phloem 62. 67. 71.
Phloemparenchym 63.
Phlox 308.
Phoenix 239.
Phormium 235.
Phosphor 90. 95.
Phosphoreszenz 103.
Phosphorsäure 95.
Phragmidium 160.
Phragmites 246.
Phucagrostis 242.
Phycomyceten 145.
Phyllanthus 288.
—, blattartige Zweige 33.
Phyllocactus 294.
Phyllocladien 33.
Phyllocladus 202.
Phyllodium 26. 303.
Physalis 309.
Physcia 156.
Physostigma 302.
Phytelephas 240.
Phyteuma 315.
Phytolacca 268.
—, Strangverlauf 253.
Phytolaccaceae 268.
Phytophthora 148.
Picea 199.
Picraena 284.
Pili 34.
Pilocarpus 284.
Pilularia 187.
Pilze 125. 129. 144.
Pimpernuß 286.
Pimpinella 291.
Pinaster 199.
Pinguicula 312.
Pinie 200.
Pinnularia 134.
Pinus 199.
—, Keimung 194.
Piper 222.
—, Perisperm 222.
Piperaceae 261.
—, Strangverlauf 233.
Piperinae 255. 261.
Pirola 304.
Pirolaceae 304.
Pirus 300.
Pisang 247.
Pistacia 284.
—, Blatt 24.
Pistia 241.
Pistiaceen 241.
Pisum 302.
—, Blatt 20.
—, Frucht 225.
Pittosporeae 286.
Pittosporum 286.
Placenta 212.
Plagiochila 172. 173.
Plagiotrope Pflanzentheile 113. 114
Planogameten 118.
Plantagineae 314.
Plantago 314.
Plasmodiophora 144.
Plasmodium 143.
Plataneae 293.
Platanus 293.
—, Blatt 21.
—, Borke 79.
Platte 205.
Pleospora 152.
Pleurococcaceae 135.
Pleurococcus 135.
Pleurokarpische Moose 177.
Pleurorrhizeen 276.
Plocamium 142.
Plumbagineae 305.
Plumbago 305.
Plumula 195.
Poa 246.
Poaeoideae 245.
Pockholz 283.
Podophyllum 272.
Pogostemon 313.
Polemoniaceae 308.
Polemonium 308.
Pollen 192. 208.
Pollenbildung 47.
Pollenkammer 196.
Pollenkörner 119. 192. 208.
Pollenmassen 208.
Pollensäcke 192. 208.
Pollenschlauch 193. 208.
Pollinodium 150.
Polycarpicae 255. 269.
Polychasium 12.
Polygala 286.
Polygaleae 285.
Polygam 203.
Polygonatum, Rhizom 30.
Polygoneae 266.
Polygonum 267.
Polykarpische Blüthen 209.
— Pflanzen 122.
Polymere Fruchtknoten 210.
Polypodiaceae 184.
Polypodieae 184.
Polypodium 182. 184.
Polyporeen 163.
Polyporus 163.
Polysiphonia 142.
Polysymmetrisch 4. 217.
Polytrichum 176. 177.
Pomaceae 300.
Pontederiaceae 237.
Populus 261.
Porenkapsel 225.
Porphyra 142.
Porre 235.
Portulaca 269.
Portulacaceae 269.
Potamogeton 242.
Potentilla 299.
—, Außenkelch 205.
Praefoliatio 25.
Präventivsprosse 17.
Preißelbeere 304.
Preissia 172.

Digitized by Google

Primäre Rinde 71.
Primärer Bast 67.
Primäres Holz 67.
Primordialschlauch 38.
Primordialzellen 36.
Primula 305.
— Dimorphismus 219.
Primulaceae 305.
—, Placenta 212.
Primulinae 256. 304.
Progamophyten 126.
Progressive Reihenfolge 5.
Promycelium 149. 159.
Prophylla 204.
Prosenchym 53.
Protandrisch 219.
Protea 298.
Proteaceae 298.
Proteinkörner 44. 99.
Proteinstoffe 98.
Prothallium 178. 198.
Protococcoideae 135.
Protogyn 219.
Protonema 166. 169.
Protoplasma 35. 37.
—, Verbindung der Zellen 52.
Prunus 299.
—, spinosa, Dorn 32.
Pseudoparenchym 144.
Pseudopodium 174.
Pseudotsuga 199.
Psilotaceae 180. 190.
Psilotum 190.
Psychotria 317.
Ptelea 284.
Pterideae 184.
Pteridium 184.
Pteridophyten 125. 177.
Pteris 182. 184.
Pterocarpus 302.
Ptilophyllum 182.
Puccinia 160.
Puccinieae 160.
Pulmonaria, Dimorphismus 220.
Punica 297.
Pycniden 150.
Pyrenomyceten 152.
Pythium 148.
Pyxidium 224.

Quassia 284.
Quecke 246. 247.
Quellbarkeit 85.
Querbalken 41.
Quercus 259.
Querschnitt 2.
Quirl 5.
Quitte 300.
Quittenschleim 42.

Racemöse Verzweigung 12. 228.
Racemus 228.
Radiär 2.
Radiale Stränge 66.
Radicula 195.
Radula 173.
Rafflesia 265.
Ramalina 155.
Ramié 262.
Randständige Samenanlagen 212.
Ranken 26. 32. 112.
Ranunculaceae 269.
Ranunculus 271.
Raps 277.
Ratanhiawurzel 302.
Raute 283.
Reboulia 172.
Receptaculum 183.
Regelmäßige Blüthen 218.
Reihen 127.
Reis 245.
Reizbarkeit 109.
Reizbewegungen 109.
Rennthierflechte 155.
Reseda 277.
Resedaceae 277.
Reservestoffe 99.
Restiaceen 239.
Rettig 277.
Revolutive Nutation 108.
Rhamneae 287.
Rhamnus 287.
— Frangula, Knospen 27.
Rhaphanus 277.
Rhaphe 213.
Rhaphiden 45.
Rheotropismus 115.
Rheum 267.
—, Fruchtknoten 212.
Rhinanthus 312.
Rhipsalis 294.
Rhizantheae 255. 265.
Rhizocarpon 156.
Rhizoiden 34.
Rhizom 29.
Rhizomorpha 164.
Rhizophora 296.
Rhizopogon 165.
Rhododendron 304.
Rhodophyceen 125. 130. 141.
Rhodoplasten 40.
Rhodoraceae 304.
Rhodotypus 299.
Rhoeadinae 255. 273.
Rhus 284.
Rhytisma 154.
Ribes 293.
Ribesiaceae 293.
Riccia 171.
Ricciaceae 171.
Ricciocarpus 171.
Richardia 241.
Ricinus 288.
—, fettes Öl 45.
—, Staubblatt 207.
Riedgras 243.
Riefen 188. 289.
Rillen 188.
Rinde 62. 71.
Rindenporen 80.
Ring 164. 184.
Ringelborke 79.
Ringförmige Verdickung 41.
Ringtracheen 54.
Rispe 231.
Rispengras 246.
Rittersporn 270.
Rivularia 131.
Robinia 302.
—, Bewegung der Blättchen 111.
Roccella 155.
Röhre der Blumenkrone 205.
Röhren 53.
Röstelia 160.
Roggen 246.
Roggen-Stärke 44.
Rohrkolben 240.
Rohrzucker 46.
Rosa 300.
Rosaceae 298.
Rosenkohl 277.
Rosiflorae 256. 298.
Rosmarinus 313.
Roßkastanie 285.
Rostellum 219.
Rostpilze 158.
Rotation des Protoplasmas 38.
Rothbuche 259.
Rothe Rübe 267.
Rother Schnee 135.
Rothtanne 199.
Rubia 317.
Rubiaceae 316.
Rubiinae 256. 316.
Rubus 299.
Ruchgras 245.
Rüben 34.
Rübenkohl 277.
Rüster 264.
Rumex 267.
Runkelrübe 267.
Ruscus 235.
—, blattartige Zweige 38.
Rußbrand 149.
Rußthau 152.
Ruta 283.
Rutaceae 283.
Ruteae 283.

Sabina 200.
Saccharomyces 157.

Digitized by Google

Saccharum 245.
Säulchenflechte 155.
Säuren 46. 89. 100.
Saflor 321.
Safran 238.
Sagina 268.
Sagittaria 251.
Sago 240.
Sagus 240.
Salbei 313.
—, Staubblatt 206.
Salep 250.
Salicaceae 260.
Salix 260.
—, Bastarde 123.
—, Blatt 20. 22.
Salpetersaure Salze 95.
Salsola 267.
Salvia 313.
—, Staubblatt 206.
Salvinia 186.
Salviniaceae 186.
Sambucus 317.
—, Krone 204.
Same 126. 192. 195. 222. 232. 252.
Samenanlage 193. 211.
Samenknospe 193.
Samenlappen 195.
Samenmantel 195.
Samenpflanzen 192. 202.
Samenschale 195.
Sammelfrucht 223.
Sanddorn 298.
Sanguisorba 300.
Sanguisorbeae 300.
Santalaceae 265.
Santalinae 255. 265.
Santalum 266.
Santelholz 266.
Sapindaceae 284.
—, Strangverlauf 253.
Sapindus 285.
Saponaria 269.
Sapoteae 306.
Saprolegnieae 146. 147.
Saprophyten 100. 144.
Sarcine 132.
Sargassum 140.
Sarothamnus 301.
Sarracenia 279.
Sarraceniaceae 279.
Sarsaparilla 236.
Sassafras 273.
Satureia 313.
Saubohne 302.
Sauerdorn 272.
Sauerklee 282.
Sauerstoff 90.
—, Aufnahme 102.
Saugwurzeln 34.
Saum 205.
Saxifraga 292.
Saxifraga, Fruchtknoten 209.
Saxifragaceae 292.
Saxifraginae 256. 292.
Scabiosa 319.
Scapus 234.
Schachtelhalme 188.
—, hohle Stengel 52.
—, Kieselsäure 43.
Schafgarbe 321.
Schaft 234.
Schalotte 235.
Scheibenpilze 154.
Scheide 19. 228.
Scheinachse 11. 13.
Scheindolde 230.
Scheinfrucht 223.
Scheinquirl 5.
Scheitel 2.
Scheitelzelle 81.
Scheuchzeria 250.
Schichtung der Zellhaut 42.
Schierling 291.
Schierlingstanne 199.
Schiffchen 301.
Schildchen 232.
Schilf 246.
Schimmelpilze 150. 152.
Schistostega 176.
Schizaeaceae 185.
Schizomyceten 131.
Schizophyten 125. 129. 130.
Schläuche 53. 57.
Schlafbewegungen 110.
Schlafende Knospen 17.
Schlauch der Pilze 48. 145. 150. 157.
— der Carexfrucht 243.
Schlauchpilze 150.
Schlehdorn 32.
Schleierchen 133.
Schleim 42.
Schleimpilze 142.
—, Krystalle 45.
Schleuderzellen 168.
Schließen der Blüthen 111.
Schließfrüchte 226.
Schließzellen 77.
Schlingende Stämme 29.
Schlingpflanzen 112.
Schlüsselblume 305.
Schmarotzer 101. 144.
Schneckenklee 302.
Schneeball 317.
Schneebeere 318.
Schneeglöckchen 237.
Schnittlauch 235.
Schöllkraut 274.
Schötchen 276.
Schote 221. 276.
Schraubel 18. 230.
Schuppen 27.
Schuppenborke 79.
Schuppenwurz 312.
Schutzscheide 73.
Schwärmzellen 129.
—, Bewegung zum Lichte 110.
Schwammparenchym 73.
Schwarzkiefer 200.
Schwarzwurzel 322.
—, Milchsaft 56.
Schwefel 90. 95.
Schwerkraft 89. 108. 113.
Schwertlilie 237.
Schwingelgras 246.
Sciadopitys 200.
Scilla 235.
Scirpeen 242.
Scirpus 242.
Scitamineae 234. 247.
Scleranthus 268.
Sclerotium 144.
Scolopendrium 184.
Scorzonera 321.
Scrophularia 312.
Scrophularineae 311.
Scutellaria 313.
Scutellum 232.
Secale 246.
— cornutum 153.
Sedum 292.
Seegras 242. 243.
Seerose 272.
Segment 84.
Seidelbast 297.
Seifenwurzel 269.
Seitenknospen 16.
Seitenwurzeln 33.
Seitliche Blüthen 216.
Sekretbehälter 57. 64. 74. 75. 77.
Sekundäre Rinde 74.
Sekundärer Bast 67. 71.
Sekundäres Holz 67.
Selaginella 190. 191.
Selaginelleae 180. 190.
Selbstbestäubung 218.
Seleri 291.
Seligeriaceae 176.
Sempervivum 292.
Senecio 321.
Senecionideae 321.
Senegawurzel 286.
Senf 277.
Sennesblätter 302.
Sepala 204.
Septicid 224.
Septifrag 224.
Sequoia 200.
Series 127.
Serpentariae 255. 264.
Setae 34.
Sexualorgane 117.
Sexualzellen 117.
Sexuelle Fortpflanzung 117.

Digitized by Google

Sherardia 347.
Sichel 43. 230.
Siebfelder 56.
Siebplatten 55.
Siebröhren 55. 63. 74.
Silene 269.
Sileneae 268.
Siler 291.
Silicium 90. 97.
Silicula 276.
Siliculosae 277.
Siliqua 224. 276.
Siliquosae 276.
Simarubeae 284.
Simultane Quirle 5.
Sinapis 277.
Sinnpflanze 303.
Siphoneae 138.
Siphonia 288.
Sisymbrieae 276.
Sisymbrium 276.
Sklerenchym 54. 74.
Sklerotische Zellen 54. 74.
Smilax 235.
Solanaceae 309.
Solanum 309.
Sonnenrose 321.
Sonnenthau 279.
Sophora 302.
Sorbus 300.
Soredien 154.
Sorus 183.
Spadiciflorae 234. 239.
Spadix 228.
Spaltöffnungen 76. 92.
Spaltpilze 131.
Spanischer Pfeffer 309.
Spannungen 86. 107.
Sparganium 240.
Spargel 235.
Spatha 228.
Specularia 315.
Spelz 246.
Spelzen 243.
Spergula 268.
Spermaphyten 202.
Spermatium 119. 150.
Spermatozoiden 118.
Spermogonien 150. 159.
Spezies 127.
Sphacelaria 140.
Sphaerella 152.
Sphaeria 152.
Sphaerophorus 155.
Sphaeroplea 138.
Sphaeropleaceae 138.
Sphagnaceae 174.
Sphagnum 174.
—, Trachee 55.
Spica 228.
Spicula 244.
Spiegelfasern 70.
Spilanthes 321.
Spinacia, 267.
Spinae 27. 32.
Spinat 267.
Spiraea 299.
Spiraeaceae 298.
Spirale der Blattstellung 7.
Spiralige Verdickung 41.
Spiraltracheen 54.
Spirillum 132.
Spirogyra 49. 133.
Spirolobeen 276.
Spirre 231.
Spitze 2.
Splachnaceae 177.
Splint 71.
Sporangien 143. 145. 179. 183.
Sporen 117. 120. 121. 145. 169. 179.
Sporenbildung 47.
Sporenfrucht 120.
Sporidie 149. 159.
Sporocarpium 120.
Sporogonium 167.
Sporophyt 120.
Spreite 18.
Spreublätter 319. 321.
Spreuschuppen 77. 182.
Springfrüchte 224.
Sproß 15.
Sprossung 47.
Stachelbeere 293.
Stacheln 34.
Stachys 313.
Stärke 43. 89. 98.
Stärkebildner 40.
Stärkecellulose 43.
Stärkekörner 43.
Stamina 206.
Staminodien 207.
Stamm 15. 17. 29.
Stammeigene Stränge 62.
Stammranken 32.
Stapelia 308.
Staphylea 286.
Staphyleaceae 286.
Statice 305.
Staubbeutel 206.
Staubblätter 192. 206.
Staubfäden 206.
Staubgefäße 206.
Staubkolben 206.
Staubpilze 165
Stauden 29. 122.
Stechapfel 310.
Stechpalme 286.
Steinapfel 227.
Steinbrech 292.
Steinfrucht 227.
Steinklee 302.
Steinpilz 164.
Stellaria 268.
Stellungsverhältnisse der Blüthentheile 214.
Stengel 29.
Stengelglied 17.
Sterculiaceae 280.
Stereum 163.
Sterigma 145. 162.
Sternanis 223. 271.
Stickstoff 90. 95.
Sticta 156.
Stiel 18.
Stielchen 23.
Stigma 211.
Stinkbrand 149.
Stipa 245.
Stipeae 245.
Stipulae 19.
Stoffwechsel 98.
Stolones 31.
Stränge 60.
Stratiotes 251.
Strauch 29. 253.
Strauchflechten 155.
Streckung 105.
Streifung der Zellhaut 42.
Strobus 200.
Stroma 152.
Strontium 90.
Strychnos 307.
—, Same 222.
Stützblatt 16.
Stylus 211.
Styraceae 306.
Styrax 306.
Subgenus 127.
Succedane Quirle 5.
Süßholz 302.
Summitates Sabinae 201.
Sumpfcypresse 200.
Sumpfdotterblume 270.
Superponirte Quirle 7.
Swietenia 284.
Symmetrie der Blüthe 217.
Symmetrieverhältnisse 1.
Symphoricarpus 318.
Sympodium 11. 13.
Synchytrium 149.
Synergiden 221.
Synkarpes Gynäceum 209.
Synkarpium 223.
Sympetal 205.
Sympetalae 256. 303.
Symphyll 205.
Synonym 127.
Synsepal 205.
Syringa 306.
—, Knospen 27.
System 124.

Tabak 310.
Taccaceae 238.
Tagstellung 110.
Tamaricaceae 278.
Tamarindus 302.
Tamarix 278.

Digitized by Google

Tanne 199.
Tannenwedel 296.
Tapioca 288.
Taraxacum 321.
—, Blüthenfarbstoff 40.
Taschen der Pflaumen 157.
Taubenessel 318.
Tausendguldenkraut 307.
Taxaceae 201.
Taxodium 200.
Taxus 201.
Teakbaum 314.
Tectona 314.
Teleutosporen 159.
Terebinthina 200.
Terebinthinae 255. 283.
—, Harzgänge 58.
Terminalknospe 16.
Ternströmiaceae 278.
Terpentinöl 200.
Terra Orellana 278.
Tetradyname Staubblätter 275.
Tetraphis 175. 177.
Tetrasporen 142.
Teucrium 313.
Thalictrum 271.
Thallophyten 125. 128.
Thallus 15. 34.
Thaubeere 304.
Thea 278.
Theilfrüchte 226.
Theilung der Zelle 46.
— des Zellkerns 38.
Theilungsgewebe 53.
Thelephoreen 163.
Theobroma 280.
Theoretisches Diagramm 215.
Thermotropismus 115.
Thesium 265.
Thlaspi 277.
—, Blatt 19.
Thuja 200.
Thuidium 177.
Thyllen 55.
Thymelaeaceae 297.
Thymelaeinae 256. 297.
Thymian 313.
Thymus 313.
Tilia 280.
—, Staubblatt 206.
Tiliaceae 280.
Tilletia 149.
Tmesipteris 190.
Toddalieae 283.
Tofjeldia 235.
Tollkirsche 309.
Toluifera 302.
Tonkabohne 302.
Torfmoose 174.
Torsionen 112.
Torus 203.
Tracheen 54. 63. 68.
Tracheiden 54. 68.
Tradescantia 239.
Tragantgummi 100. 302.
Tragblatt 16.
Tragopogon 322.
Trama 163.
Trametes 163.
Transitorische Stärkebildung 100.
Transpiration 91.
Trapa 295.
Traube 228.
Traubenkirsche 299.
Traubenkrankheit 152.
Traubenzucker 46.
Tremella 162. 163.
Tremellineae 163.
Trennungsschicht 83.
Treppenförmige Verdickung 41.
Trespe 246.
Tribus 127.
Trichia 143.
Trichogyne 119. 142. 150.
Trichom 34.
Trichomanes 184.
Trichostomeae 176.
Tricoccae 256. 287.
Trientalis 305.
Trifolium 302.
—, Blatt 24.
Triglochin 250.
Trigonella 302.
Triticum 246.
Trockensubstanz 89.
Trollius 270.
Tropaeoleae 288.
Tropaeolum 288.
Trüffel 152.
Truncus 29.
Tsuga 199.
Tuber (Knolle) 30.
Tuber (Trüffel) 152.
Tuberaceae 152.
Tubiflorae 256. 308.
Tubuliflorae 321.
Tubus 205.
Tüpfel 41. 54.
Türkenbund 235.
Tulipa 235.
Tulpe 235.
Tulpenbaum 271.
Turgor 85. 107.
Tussilago 321.
Typha 240.
Typhaceae 240.

Überwallung 82.
Ulmaceae 263.
Ulmaria 299.
Ulme 264.
Ulmus 264.
Ulothrix 136.
Ulotrichaceae 136.
Ulotrichinae 136.
Ulva 136.
Ulvaceae 136.
Umbella 229.
Umbelliferae 289.
—, Frucht 226.
—, Placenta 212.
Umbelliflorae 256. 289.
Umbellula 229.
Umbilicaria 156.
Umgewendete Samenanlagen 213.
Uncinula 151.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung 117.
Ungleichseitiges Wachsthum 107.
Unregelmäßige Blüthen 218.
Unterdrückung 215.
Untergattung 127.
Unterschlächtige Blätter 173.
Unterständige Fruchtknoten 211.
Uredineae 145. 146. 158.
Uredo 159.
Urgewebe 60. 80. 105.
Urginea 235.
Urmeristem 60. 80. 105.
rocystis 149.
Uromyces 160.
Urtica 262.
Urticaceae 262.
Urticeae 262.
—, Cystolithen 45.
Urticinae 255. 262.
Usneae 155.
Ustilagineae 146. 149.
Ustilago 149.
Utricularia 312.

Vaccinieae 304.
Vaccinium 304.
—, Staubblatt 206.
Vacuolen 36.
Vagina 19.
Valeriana 318.
Valerianeae 318.
Valerianella 318.
Valleculae 290.
Vallisneria 251.
Vanda 250.
Vanilla 250.
Varietäten 127.
Vaucheria 138. 139.
Vegetationspunkt 4. 80. 105.
Vegetative Vermehrung 117.
Veilchen 279.
Velum 164.
Veratrum 235.
Verbascum 314.
Verbena 314.

Digitized by Google

Verbenaceae 313.
Verdoppelung 215.
Verdunstung 91.
Veredlung 82.
Vereinzelte Stellung 5.
Vergißmeinnicht 310.
Verholzung der Zellhaut 42.
Verjüngung der Zelle 49.
Verkorkung der Zellhaut 42.
Vermehrung 117.
Vernatio 25.
Veronica 312.
Verrucarieen 156.
Verschleimung der Zellhaut 42.
Verwachsungen 13.
Verwundung 81.
Verzweigte Staubblätter 207.
Verzweigung 4.
— des Blattes 22.
Verzweigungssysteme 11.
Vexillum 301.
Viburnum 317.
— Lantana, nackte Knospen 27.
Vicia 302.
—, Keimung 252.
Victoria 272.
Vielkernige Zellen 38.
Vielzellbildung 49.
Viertheilung der Zelle 47.
Vinca 307.
Vincetoxicum 308.
Viola 279.
Violaceae 279.
Viscum 266.
—, Verzweigung 13.
Vitis 287.
—, Ranken 32.
Vogelbeerbaum 300.
Vollzellbildung 49.
Volvocineae 136.
Volvox 136.
Vorblätter 204. 217.
Vorkeim 166.
Vorspelze 244.

Wachholder 200.
Wachs 76.
Wachsblume 308.
Wachsthum 104.
Wärme 86.
Wärmebildung 103.
Wahlvermögen 96.
Waid 277.
Waldmeister 317.
Waldrebe 271.
Wallnuß 260.
Wandspaltig 224.
Wasserfarne 180. 186.
Wasserfenchel 291.
Wassergehalt 89.
Wassergewebe 73.
Wasserlinse 242.
Wassernuß 295.
Wasserpest 251.
Wasserschierling 291.
Wasserstoff 90.
Wasserströmung im Holz 92.
Wau 277.
Webera 177.
Weberdistel 319.
Wegerich 314.
Weibliche Blüthen 192.
Weibliche Zellen 118.
Weichbast 64.
Weichsel 299.
Weide 260.
—, Blatt 20. 22.
Weiderich 296.
Weihnachtsblume 270.
Weinstock 287.
—, Ranken 32.
—, Siebröhren 55.
Weisiaceae 176.
Weißbuche 258.
Weißdorn 300.
Weiße Rübe 277.
Weißtanne 199.
Weizen 246.
—, Stärke 44.
Wellingtonia 200.
Welwitschia 202.
Wermuth 321.
Wetterblume 321.
Weymouthskiefer 200.
Wickel 13. 230.
Wiesendistel 321.
Wilder Wein 287.
Winde 308.
Windende Stämme 29. 112.
Wirsing 276.
Wirtel 5.
Wistaria 302.
Wolfsmilch 288.
Wollgras 242.
Wucherblume 321.
Würzelchen 195.
Wundkork 81.
Wurmfarn 184.
Wurmsame 322.
Wurzel 15. 33.
—, Fibrovasalstränge 62. 66.
—, Verkürzung 107.
Wurzeldruck 93.
Wurzelhaare 77. 94.
Wurzelhaube 33. 80.
Wurzelstock 29.

Xanthoxyleae 283.
Xanthoxylum 283.
Xylaria 153.
Xylem 62. 67.
Xyrideae 239.

Yamswurzel 238.
Yucca 236.
—, Dickenwachsthum 72.

Zamia 197.
Zapfen 197.
Zaunrübe 316.
Zea 245.
Zelle 35. 37.
Zellengewebe 53.
Zellenpflanzen 126.
Zellfläche 50.
Zellhaut 35. 40.
Zellkern 35. 38.
Zellkörper 50.
Zellplasma 37.
Zellplatte 46.
Zellreihe 50.
Zellsaft 35. 45.
Zelltheilung 46.
Zellwand 35. 40.
Zerstreute Stellung 5.
Ziegenbart 163.
Zimmet 273.
Zingiber 247.
Zingiberaceae 247.
Zink 90. 96.
Zirbelkiefer 200.
Zittergras 246.
Zittwer 247.
Zoosporen 129.
Zostera 242.
Zucker 46. 89. 98.
Zuckerrohr 46. 245.
Zuckerrübe 267.
Zünfte 127.
Zürgelbaum 264.
Zuwachs des Holzes 98.
Zweibrüderig 207.
Zweigeschlechtig 203.
Zweihäusig 121.
Zweijährig 122.
Zwergmännchen 137.
Zwetschge 299.
Zwiebel 30. 235.
Zwischenzellräume 52.
Zwitterblüthen 203.
Zygnema 133.
Zygnemaceae 133.
Zygomorph 217.
Zygomyceten 145. 146.
Zygophylleae 283.
Zygospore 49. 120.

Digitized by Google

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Untersuchungen
zur
Morphologie der Gefässkryptogamen
von
Dr. K. Prantl

Privatdozent der Botanik an der Universität Würzburg.

I. Heft. **Die Hymenophyllaceen**, die niedrigste Entwicklungsreihe der Farne. Mit 6 Tafeln. gr. 4. 1875. ℳ 10.—.

II. Heft. **Die Schizaeaceen**, morphologisch und systematisch bearbeitet. Mit 8 Tafeln und 1 Holzschnitt. gr. 4. 1881. ℳ 12.—.

Vergleichende Morphologie und Biologie
der
Pilze, Mycetozoen und Bacterien
von
Dr. A. de Bary

Professor an der Universität Straßburg.

Mit 198 Holzschnitten. gr. 8. 1884. geh. ℳ 13.—, geb. ℳ 14.50.

Blüthendiagramme
construirt und erläutert
von
Dr. A. W. Eichler

ordentl. Professor der Botanik an der Universität Kiel.

I. Theil. Einleitung, Gymnospermen, Monocotylen und sympetale Dicotylen.
Mit 176 Holzschnitten. gr. 8. 1875. ℳ 9.—.

II. Theil. Enthaltend die apetalen und choripetalen Dicotylen.
Mit 237 Holzschnitten. gr. 8. 1878. ℳ 14.—.

Physiologische Pflanzenanatomie.
Im Grundriss dargestellt
von
Dr. G. Haberlandt.

Mit 140 Holzschnitten. gr. 8. 1884. ℳ 9.—.

Vorlesungen über Pflanzenphysiologie
von
Julius Sachs.

Mit 455 Figuren in Holzschnitt. gr. 8. 1882. ℳ 22.—.

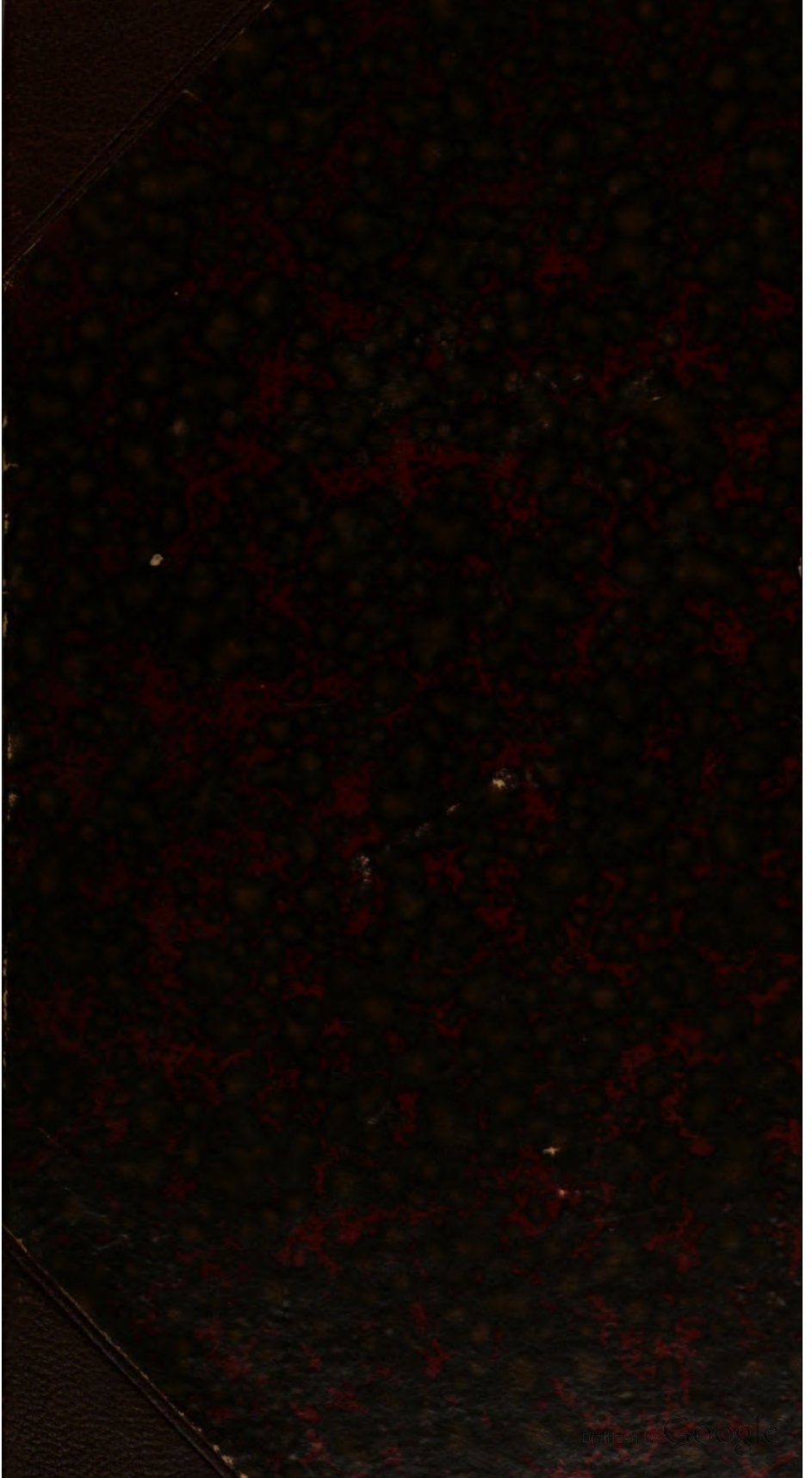
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google